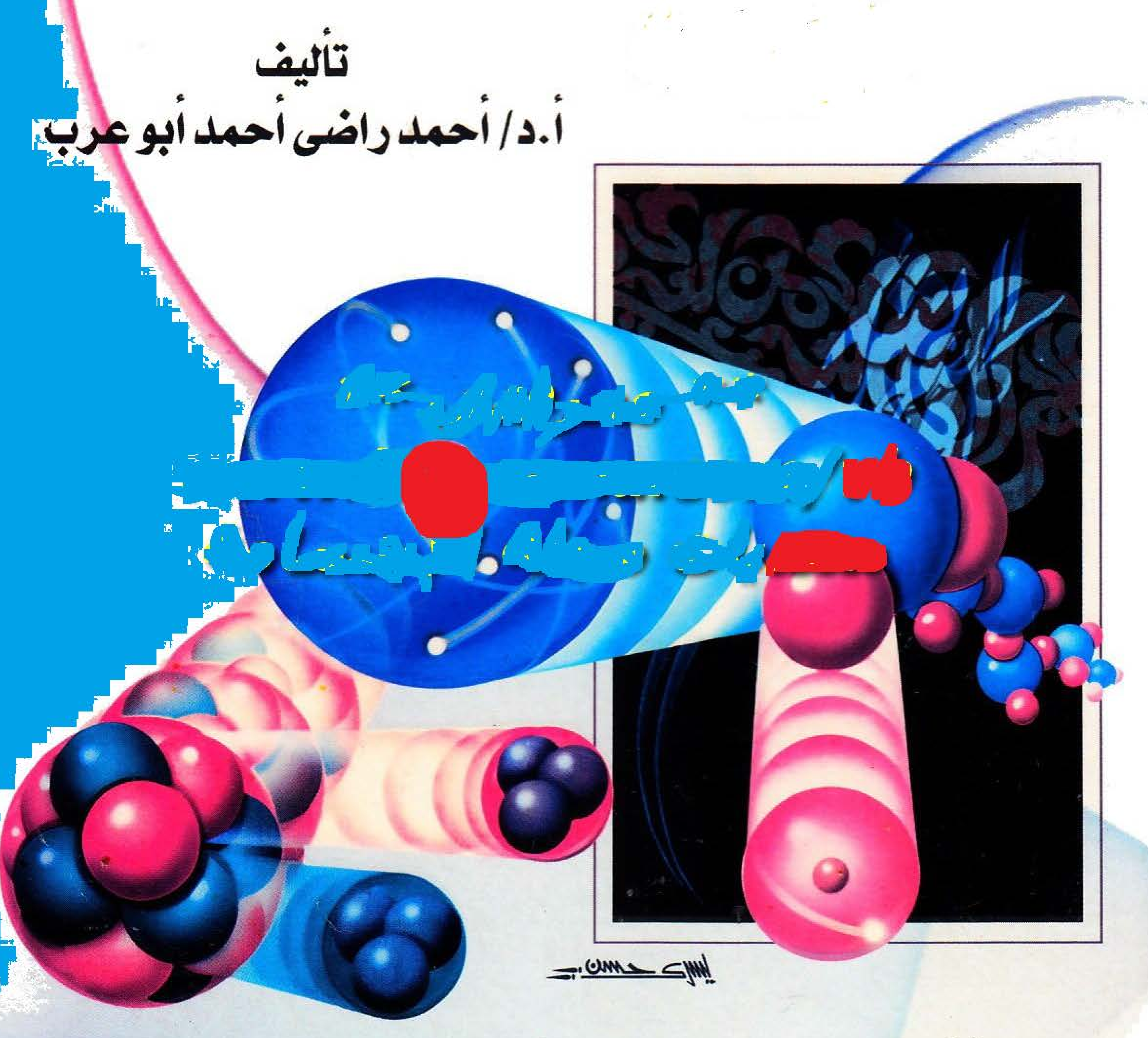
Genetic engineering

الهندسة الوراثية

بين الخوف و الرجاء

تأليف

أ.د/ أحمد راضى أحمد أبو عرب



دار ابن رجب

دار الفوائد

الهندسة الوراثية

بين الخوف والرجاء

اسم الكتاب : الهندسة الوراثية بين الخوف والرجاء
اسم المؤلف : أحمد أبو عرب
اسم المحقق :
القطع : ١٧ x ٢٤
عدد الصفحات : ٣٨٤
عدد المجلدات : ١
سنة الطبع : ٢٠١٠ م

١٤٣١هـ - ٢٠١٠م

رقم الإيداع
٢٢١٦/ ٢٠١٠م
الترقيم الدولي I.S.B.N
978-977-390- 116-4



طبع. نشر. توزيع



المركز الرئيسي : فارسكور : تليفاكس ٠٠٢٠٥٧٤٤١٥٥٠ جوال : ٠١٢٢٣٦٨٠٠٢
فرع المنصورة : ٣٣ شارع جمال الدين الأفغاني هاتف : ٠٠٢٠٥٠٢٣١٢٠٦٨
فرع القاهرة : ١٣ شارع البيطار خلف الجامع الأزهر هاتف : ٠٠٢٠٢٢٥١٤١٠١٥

الهندسة الوراثية

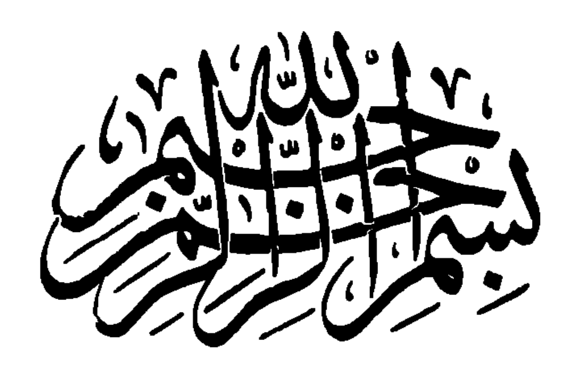
بين الخوف والرجاء

تأليف

دكتور: أحمد أبو عرب

دار ابن رجب

دار الفوائد



المقدمة

إن العالم يشهد الآن ثورة عارمة في مجال البيولوجيا، إنها ثورة الهندسة الوراثية وتكنولوجيا الجينات والتي ظهرت كمحصلة طبيعية لثورتين، هما ثورة اكتشاف أسرار المادة الوراثية DNA revolution وثورة اكتشاف إنزيمات التحديد Restriction enzymes. بدأت الثورة الأولى عام ١٩٥٣ عندما اكتشفت طبيعة جزيء الـDNA على يد كُلٌ من James watson and Francis crick أعقب ذلك تطورات متلاحقة في الستينيات للتعرف على الأساس الجزيئي لعملية تضاعف وتناسخ جزئ الـDNA والتركيب الدقيق للجين والنظم الوراثية والبيوكيماوية المسيطرة على معدل التعبير الجيني مثل نظم الأوبرون Operon system. واستمرت مراكز البحث منذ السبعينيات وحتى الآن في نشر نتائج البحوث في هذا المجال، ثم شهد منتصف السبعينيات ميلاد الهندسة الوراثية Genetic engineering. وإذا جاز لنا أن نسمي القرن الذي مضى بعصر العلوم الفيزيائية وما نتج عنها من اكتشافات مذهلة مثل الكهرباء والقوة النووية، فإن هذا العصر سوف يُشهد له بأنه عصر العلوم الحيوية. إن التعاون والاندماج الذي حدث بين علم الجينات وعلم الأجنة Embryology قد تخطى الحواجز والحدود. ويجب ألا ننزعج من هذا وعلينا أن نتذكر أنه على مدى التاريخ الإنساني فإن معظم الاكتشافات العلمية قد قوبلت بالشك والخوف أولًا ثم ما لبث أن تقبلها الناس وأدركوا مدى أهميتها عندما لمسوا التطبيقات العملية لها والفوائد التي عادت على البشرية منها. إن علاج الأمراض عن طريق نقل خلايا سليمة إلى العضو المصاب مع ضمان عدم لفظها بالجهاز المناعي سوف يتحقق بإنتاج الخلايا الجذعية والتي يتم تحويلها إلى خلايا متخصصة مثل خلايا القلب، الكبد، البنكرياس أو الخلايا العصبية. إن الخلايا الجذعية الجنينية يمكن أن تساعد في فهم الأحداث المعقدة التي تتخلل عملية التكوين في الإنسان، ومنها التعرف على العوامل التي تؤدي إلى تخصص الخلايا في اتجاه معين، إن كبح الجينات أو تنشيطها هو الذي يلعب الدور الرئيسي في

هذه العملية، ولكنه من غير المعروف جيدًا ما الذي يؤدي إلى اتخاذ الجينات قرار تخصص الخلايا، وما العوامل التي تؤدي إلى كبح هذه الجينات أو تنشيطها أمكن بالاستنساخ إنتاج الأنسولين، اللبن المثيل للبن الأم، الأجسام المضادة للأمراض التي تصيب الإنسان، المحافظة على الأنواع النادرة من الحيوانات والنباتات المهددة بالانقراض ويجب ألا ننسى المقولة التي يرددها العلماء، (في مجال العلم ما يمكن أن يتم عمله سوف يتحقق In science what can be done will be done)، وكذلك يجب أن نتذكر تعليمات الحكيم المصري القديم بتاح حتب (الأسرة السادسة ٢٣٠٠-٢١٠٠ قبل الميلاد) الذي قال: لا حدود يجب أن توضع على الفن (العلم) كما أنه ليس هناك فنان أو عالم قد وصل إلى درجة الإتقان الكامل.

كما أتاحت للإنسان استزراع نباتات في غير مواسمها وفي غير مناطقها الجغرافية والحصول على سلالات أفضل وفي تتبع الجينات المسببة للأمراض الخطيرة. والربط بين تلك الجينات والسلوك الاجتماعي، كالنزوع نحو الجريمة والسعادة وغيرهما. فتقنيات الهندسة الوراثية يمكن أن تسخر لخدمة الإنسان وتدعيم حقوقه ورعاية مصالحه وتحقيق طموحاته وتوفير الكثير من مطالبه وحاجاته بالإضافة إلى تسهيل فهم كثير من الأمراض، غير أنها في المقابل قد تنقلب وبالًا عليه فتدمر قيمه وتهدم أخلاقياته كما تستغل لتحقيق مصالح مالية وإنجازات علمية لأصحابها بصرف النظر عما تجره على الإنسانية من آثار مدمرة أو سلبية لا يعلمها إلا الله، ولربما تكون لعنتها أشد وأعتى من القنبلة الذرية.

لقد تمكن الإنسان عن طريق الهندسة الوراثية من تطويع المخزون الوراثي الكامن في جميع المخلوقات الحية بما يرضي طموحاته، أي أن الأطقم الجينية لصور الحياة المختلفة يمكن أن توضع على مائدة العمليات الوراثية لتصبح مطوعة للجراحة الوراثية Genetical surgery أي جراحة الجينات لتغيير وظائفها البيولوجية وتبديل الإمكانات الوراثية للكائن الحي. ولذلك فإن تطبيق الهندسة الوراثية على الإنسان مبنية على إمكانية برمجة الجنس البشري وفق تصميمات موضوعة سلفًا، كما أنها تزيد من

التباينات في صفات الكائنات أو بين الأفراد، حيث كان ذلك من قبل مستحيلًا وغير ممكن تحقيقه لأنها كسرت الحواجز الوراثية بين الكائنات وأصبح من الممكن نقل جينات من وإلى كائنات لا تربطها ببعضها أية علاقة وراثية. تشير النتائج أن مستقبلًا زاهرًا Bright future ينتظر العلاج الجيني، وأنه يستفاد منه لعلاج أمراض بالغة الخطورة وواسعة الانتشار وتصيب الملايين من مرضى العالم مثل السرطان، إلتهاب الكبد الفيروسي، الإيدز، فرط الكوليسترول العائلي، تصلب الشرايين والأمراض العصبية مثل داء باركنسون، إضافة إلى معالجة الأجنة قبل ولادتها وتشخيص الأمراض الوراثية قبل الزواج. إن السعي إلى تحسين أنفسنا هو جزء من طبيعتنا كبشر، إنه ثمرة من ثمار الذكاء الإنساني Human intelligence وأن تجاهل هذه القوة إنما يعني تجاهل طبيعتنا الحقيقية، كما أن المضي قدمًا في البحث عن فهم أنفسنا لا ينتقص إنسانيتنا بل يؤكدها. إن كل هذا التطور الخلاق ليس النقطة الأخيرة، فليس ثمة نقطة. إننا مجرد خطوة وسيطة على فرع من شجرة الحياة، لكننا مع ذلك وبفضل هذا التطور نستطيع من الآن فصاعدًا أن نختار الاتجاه الذي ننمو فيه ونتغير.

في السنوات الأخيرة لم نعد نملك إلا أن نرتدي معطف الدهشة في مواجهة أمطار العلم ورياح الاكتشافات والاختراعات الجديدة حيث بات العلم هو الأب الشرعي الحديث لكافة مظاهر العصر التي نعيشها، وقد فازت المرأة فيه بنصيب كبير حيث إن الإخصاب الصناعي قد فتح نوافذ الأمل لملايين النساء لكي يدخلن عالم الأمومة Motherhood world الذي كان مغلقًا في وجوههن ونجت الملايين من الأمهات من أخطار الولادة التي كانت تحصدهن واختفت سفن الموت المجاني التي كانت تطفو فوق بحار الجهل لتختطف المواليد. هنا وأمام هذه القفزة الرهيبة لم تعد الدهشة هي التي تمسك بقلوبنا . . . . لم يعد القلق البناء الرائع نحو هذا الجديد القادم، بل الحقيقة لقد شب حريق الخوف في قلوبنا والتهم التساؤل السجين في قوقعة الغموض إعجابنا . . . . وتحولت السعادة باكتشاف جديد إلى تعاسة الرعب من مستقبل مجهول.
هنا أصبحنا بالفعل نتساءل: هل أمسك الإنسان بمفتاح العلم ليعبث في مكوناته

الحقيقية؟ لقد عبث هذا الإنسان في بيئته وخرب توازنها الطبيعي، وبدأ يصرخ من أبشعة الموت التي تهب عليه من ثقب الأوزون وعبث بلعبة الموت فأمسك بالذرة لتتحول إلى هلاك تحت قدميه وفوق رأسه، وبدأ يلهث ليدفع ثمن عبثه من قوت وعرق الناس ومن أحلامهم ليمنع آثار لعبته القاتلة. . . .واليوم يدخل مملكة أخرى خبأ فيها أسراره. . . . . .يدخل يهزه نزق طفولي وشغب أعمى وعبث مريض ووعي قاصر ولم يتخيل الدمار الذي سيلحق بوجودنا بسبب غروره حيث يظن بعض الوقت بأنه قادر على كل شيء. . . . . .إن الإنسان امتلك قوة البصر الذي يتيح له مراقبة النجوم ولكنه افتقد وضوح البصيرة التي تجعله يسير على الأرض في أمان، وهذه هي الحقيقة للأسف الشديد .

إن تدخل الأحكام الشرعية والقانونية في عوامل الوراثة والتكاثر توضح أن تقنيات الهندسة الوراثية لا تعني بأي مدلول أن لها معنى الخلق الذي هو إيجاد الحياة من العدم، كما أنها لا تمس الإيمان لأن الخلق بهذا المعنى هو شأن اللّه تبارك وتعالى وحده، وهذه التقنيات وإن تضمنت تدخلًا في سير العوامل الطبيعية للخلق إلا أنها لا تخرج عن كونها تصرفات بشرية تتعلق بها أحكام تشريعية تدور بين الحظر والإباحة. . . . . .كما أن الدين لا يعارض التطور العلمي والتقني بل يحث عليه ويقرر أنه فرض على المجموع، وأن البحث في كيفية الخلق جاء به الأمر الصريح في القرآن واشتغل به علماء المسلمين وأطباؤهم الأوائل.

الباب الأول

الفصل الأول: العلاج الجيني

العلاقة بين الوراثة والبيئة[1]: Relationship between genetics and environment

نحن نعلم أن الجينات وعوامل البيئة لا تتنافس فيما بينها . ومن الطبيعي أنه في بعض المواقف قد يكون أحدهما أقوى من الآخر : فليس للجينات أي وسيلة تمنع بها تبخر شخص موجود في مكان انفجار نووي Nuclear explosion ، كما لا تستطيع عوامل البيئة أن تمنح الحياة لطفل يولد دون تواجد الكروموسومات الأساسية ، وعلى ذلك فإن الجين وعامل البيئة يتكاملان معًا في إحداث النتيجة النهائية . فمظهر أي شخص Phenotype أي تركيبة كل الصفات التي يحملها هو نتاج التفاعل بين الجينات والبيئة .

لماذا لا تتنافس الوراثة مع البيئة؟

السبب الأساسي في ذلك هو أن كل منهما يختص بمهمة مختلفة عن الآخر . فالجينات تماثل أدوات مهنة المصور : الإضاءة في المرسم تحت السقيفة ، ولوحة مزج الألوان والفرش والألوان . وهذه كلها لا تستطيع أن تعمل في فراغ . فهي تحتاج إلى عوامل مساعدة خارجية حتى تتمكن من أداء وظيفتها . وتقدم عوامل البيئة الدفعة الضرورية لذلك ، فهي تكون الجهد الفني نفسه فتأخذ ما يُقدم لها من أدوات وراثية وتعمل بها لإنتاج الصورة النهائية . وهي كالفنان ، تعمل في نطاق محدود بتلك الأدوات ، ذلك أنه مهما كانت عوامل البيئة قوية فإنها لا تستطيع إجبار الجينات على صنع منتجات لم تجهز لصنعها .

(1) د. زولت هارسنياي وريتشارد هتون، التنبؤ الوراثي - ترجمة د. مصطفى إبراهيم فهمي، مراجعة د. مختار الظواهري - أكتوبر ١٩٨٨ .

ونظرية هذه العلاقة بين الوراثة والبيئة هي نظرية مباشرة تمامًا ولكن الوضع عند الممارسة يكون غالبًا أكثر تعقيدًا. فالجينات تعمل في الغالب متوافقة مع جينات أخرى، ومن الممكن أن تتأثر الجينات، يتبدل مفعولها، يتعدل، يتفجر أو يتوقف تمامًا بتأثير الجينات المجاورة أو منتجاتها. وهكذا فإن الجينات لا تساعد فحسب على التحكم في تأثير البيئة، ولكنها أيضًا تشكل جزءًا من تلك البيئة بالنسبة للجينات التي تؤثر فيها .

إن صفاتنا الوراثية الأكثر تعقيدًا نادرًا ما تتأثر بجين واحد ابتداء من نزعة الطول حتى نزعات الخواص السلوكية، فأغلب هذه الصفات هي نتاج كوكبة من الجينات تعمل معًا لتكون المادة الخام التي تشكلها البيئة. بل وأهم من ذلك أن تأثير الجينات يختلف من صفة إلى أخرى، ففي بعض الصفات تقوم الجينات بدور رئيسي في فرض نطاق ضيق من الاستجابات التي تستطيع البيئة أن تختار منها، وفي صفات أخرى تتيح الجينات تنوعًا في الاستجابات .

(إن معرفة نوع المريض الذي أصابه المرض لأهم كثيرًا من معرفة نوع المرض الذي أصاب المريض) (Caleb Parry طبيب من القرن الثامن عشر).

تعريف العلاج الجيني[1]: Definition of gene therapy

هو علاج أمراض عن طريق استبدال الجين المعطوب بآخر سليم Gene replacement، أو إمداد خلايا المريض بعدد كاف من الجينات السليمة Gene transfer، تقوم هذه الجينات بتعويض المريض عن النقص في عمل جيناته المعطوبة .

اساسيات العلاج الجيني: Basics of gene therapy

(١) التعرف على الموقع الجيني المعطوب Damaged .

(٢) ضرورة توفر الجين السليم المراد إعطاؤه للمريض، بعد الانتهاء من مشروع

---

(1) د. سفيان محمد العسولي - العلاج بالجينات - الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنة - مكة المكرمة.

الجينوم البشري أصبح ميسورًا الحصول على أي جين مطلوب .

(٣) توفر آلية لإيصال الجين السليم إلى الخلايا المستهدفة .

(٤) ألا يتسبب هذا العلاج في أي ضرر للمريض، كأن يتسبب في :

أ- حدوث طفرة جينية نتيجة لدخول الجين المعطى . ينتج عنها تعطيل لجين فعال أو تنشيط لطليعة الجين الورمي Proto-oncogene ليصبح جينًا ورميًّا Oncogene .

ب- تعطيل الجين المثبط للورم Tumor suppressor gene ليطلق عقال الجين الورمي .

جـ- أن يعمل الجين المعطى في خلايا أخرى غير الخلايا المستهدفة، كأن يعمل جين بيتا جلوبين الذي ينقل إلى خلايا نخاع Marrow cells مرضى الثلاسيميا- بيتا B-thalassemia في خلايا الدم البيضاء في الوقت الذي يجب أن يعمل فقط في الخلايا الحمراء مما يتسبب عن ذلك آثار سيئة .

(٥) أن يصل الجين السليم إلى عدد كاف من الخلايا المستهدفة، وأن يستقر فيها ويعبر عن نفسه، أي ينتج عنه تحسن في حالة المريض .

ولتحقيق كل ذلك يجب أن يوجد حامل مناسب لهذا الجين، وتعتبرالفيروسات من أفضل الناقلات الحيوية، والنوع المستخدم منها هو الفيروسات التراجعية Retroviruses لما لهذه الفيروسات من خاصية الوصول إلى خلايا الجسم والانغراس في صبغيات الإنسان وتصبح جزءًا من جينات الشخص المعالج، والحمض النووي لهذه الفيروسات هو الـRNA، وعندما تدخل هذه الفيروسات إلى الخلايا المستهدفة يتحول الـRNA إلى DNA . ويجب أن يتم شل أو تعطيل هذه الفيروسات قبل إدخالها إلى هذه الخلايا لتصبح عاجزة عن أن تسبب أي مرض أو تقتل الخلايا المستقبلة Receptors، ويتم ذلك عن طريق تقنيات تأشيب الـDNA والهندسة الوراثية حيث يزال من الفيروس الجين الممرض أو الذي يساعد على تغليف الفيروس Sequence packaging في شكله الناضج، وبذلك لا يتمكن الفيروس الحامل

للجين المطلوب الذي أدخل إلى خلايا الإنسان من أن يعيد إنتاج فيروس متكامل وناضج. وبالتالي تمكن العلماء من إيصال الجين السليم إلى الخلايا المستقبلة محمولًا على فيروس معطل .

عيوب هذه الطريقة:

(١) أن الفيروسات التراجعية لا تدخل إلى نوع واحد من الخلايا بل تدخل إلى جميع أنواع الخلايا وهذا مما يقلل من كفاءة الانتقال .

(٢) قد يعمل الجين في خلايا مختلفة عن الخلايا المستهدفة وذلك يؤدي إلى نتائج غير مرغوبة .

انواع العلاج الجيني: Types of gene therapy

يقسم العلاج الجيني بناء على الخلايا المستهدفة إلى قسمين :

الأول : العلاج الجيني للخلايا الجسدية Somatic gene therapy أي إصلاح أي خلل جيني على مستوى جميع خلايا الجسم ماعدا الخلايا الجنسية .

الثاني : هو العلاج الجيني على مستوى الخلايا الجنسية الانتشائية Germline gene therapy، حيث يتم علاج بيضة الأنثى أو الحيوان المنوي للذكر أو البيضة الملقحة (الزيجوت) في مراحل النمو الأولى وقبل أن تتمايز إلى خلايا متخصصة .

وتختلف الطريقتان في التبعات المترتبة بعد العلاج، فالعلاج الجيني للخلايا الجنسية والزيجوت له محاذير حيث إن أي تغيير إيجابي أو سلبي يحدث نتيجة العلاج سينتقل إلى الأجيال التالية وهذا يضعنا أمام مشكلة أخلاقية Moral problem، لذا يجب التفكير جيدًا قبل الإقدام على مثل هذه الطريقة، أما العلاج الجيني الجسدي فإن أي تغيير يتم لصالح أو ضد المريض ينتهي مع انتهاء حياته .

تقسيم آخر للعلاج الجيني:

يعتمد هذا التقسيم على الطريقة التي يتم بها إيصال الجين السليم إلى الخلايا المراد معالجتها :

الطريقة الأولى : العلاج الجيني في الحي أو الداخلي In Vivo gene therapy حيث يدخل الجين السليم إلى جسم المريض أي إلى النسيج المستهدف علاجه .

ويجري في حالة الأمراض التي يصعب فيها الحصول على الخلايا المصابة أو التي لا تنقسم كثيرًا أو التي ليس لها خلايا جذعية مثل مرض تليف الرئة الكيسي Lung cystic fibrosis ومرض الحثل العضلي Mascular dystrophy، حيث يدخل الجين السليم المحمول على فيروس تقهقري إلى خلايا الممرات الهوائية في المرض الأول وإلى خلايا العضلات في المرض الثاني، حيث يعمل هذا الجين إلى جانب الجين المعطوب .

الطريقة الثانية : العلاج الجيني خارج الحي : In Vitro gene therapy

حيث يتم إخراج الخلايا المراد معالجتها خارج جسم الإنسان كأن نسحب خلايا الدم أو النخاع وتنمى في مزارع خلوية Cellular cultures ويضاف إليها الجين السليم ثم يعاد إدخال الخلايا المعالجة خارجيًا إلى جسم المريض .

والعلاج خارج الجسم يتناسب تمامًا مع أمراض الدم الوراثية، حيث إن جميع خلايا الدم تنشأ من نوع واحد من الخلايا الجذعية Pluripotent stem cells موجودة في نخاع العظام Bone marrow .

وتوجد الآن محاولات عديدة للعلاج الجيني خارج الجسم لأمراض تؤثر على خلايا الدم مثل الثلاسيميا ، مرض فقر الدم المنجلي Sickle cell anemia، فقر الدم الفانكوني Fanconi's anemia والعوز المناعي الشديد المركب Severe combined immunodeficiency. والأخير أول الأمراض التي تمت معالجتها جينيًا خارج الجسم وهو ينتج عن عوز نازعة أمين الأدينوزين Adenosine

deaminase ADA deficiency، حيث سمح المعهد القومي الأمريكي للصحة (NIH) بعلاج أحد المرضى جينيًا عام ١٩٩٠ . والمصابين بهذا المرض يحملون جينًا معطوبًا وبالتالي لا يوجد الإنزيم الفعال الذي ينتجه هذا الجين (ADA) وتم العلاج بإدخال الجين السليم المحمول على فيروس تقهقري إلى لمفاويات (خلايا الدم الليمفاوية) خارج جسم المريض ثم إدخال هذه الخلايا إلى الجسم مرة ثانية بعد معالجتها وقد أدى ذلك إلى تحسن في حالة المريض .

ويجب أن تتكرر هذه العملية كل ٦ أسابيع نظرًا لأن اللمفاويات في الدورة الدموية Blood circulation لا يزيد عمرها عن شهرين . كما تستخدم طريقة العلاج خارج الجسم لعلاج الأمراض الأيضية Metabolic inborn error كما في مرضى البول فينيل الكيتوني Phenyl ketonuria .

أشهر الأمراض الوراثية المرشحة للعلاج بالجينات:[1]

١- أنيميا الخلايا المنجلية والثلاسيميا بأنواعها (على كروموسوم رقم١١) .

٢- التليف الكيسي (على كروموسوم رقم٧) .

٣- مرض هنتجتون (على كروموسوم رقم٤) .

٤- حثل دوتشين العضلي (على كروموسوم X) .

٥- مرض البول فينيل الكيتوني (على كروموسوم رقم١٢) .

٦- مرض متلازمة ليش نيهان (على كروموسوم X) .

٧- مرض جوشر (على كروموسوم ١) .

٨- مرض تاي ساكس (على كروموسوم ١٥) .

٩- مرض نقص ADA (على كروموسوم رقم٢٠) .

---

(1) دعاء حسين الشربيني - العلاج الجيني .

١٠- فرط الكوليسترول العائلي (على كروموسوم رقم١٩).

[1] العلاج الجيني لمرض الالتهاب الكبدي C:

ذكرت مجلة (New Scientest) العلمية أنه قد توصل إلى علاج جيني جديد لديه القدرة على انتقاء خلايا الكبد البشري التي تحمل فيروس الالتهاب الكبدي C وتدميرها نهائيًّا. وتقوم الفكرة حسب ما ذكرها الباحثون بمعهد أونتاريو للسرطان بتورنتو بكندا على قيام أحد الجينات المهندسة جينيًّا (جين انتحاري)، بتدمير أحد الفيروسات المسببة لمرض الالتهاب الكبدي والخلايا المصابة به.

لقد بدأت الأبحاث عندما حدد (كريستوفر ديتشاردسون واريك هسيو) موضع ضعف في الفيروس عبارة عن إنزيم بروتينيز C ينتجه الفيروس في الخلايا المصابة لديه القدرة على إذابة البروتينات، فيقوم الجين المعدل باستبدال هذا الإنزيم (الخاص بالفيروس) ببروتينيز الجين نفسه مما يجعل الخلية المصابة تنتحر وتدمر. وأضاف (ديتشاردسون) أن هذه الطريقة قد تعوق بعض الفيروسات الأخرى مثل فيروس نقص المناعة المكتسبة (الإيدز).

[2] العلاج الجيني للسرطان:

يعتبر هذا المرض مرضًا مناعيًّا حيث يفشل جهاز المناعة Immune system في التعرف على الخلية المحولة Transformed cell أو السرطانية والقضاء عليها ومن ثم تنمو هذه الخلية وتنقسم لتولد الورم السرطاني، ويتم العلاج بتنشيط جهاز المناعة بعدة طرق منها:

---

(1) جين يؤدي إلى انتحار الخلايا المصابة - JORDATA HEALTH PORTAL، للثقافة الصحية - ٢٠٠٣/٤/٢٦.

(2) د. سفيان محمد العسولي- العلاج بالجينات- الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنة - مكة المكرمة.

الطريقة الأولى:

تعتمد على إدخال جين أنتيجين التوافق النسيجي Histocompatibility lymphocyte antigen من شخص غريب إلى الخلايا السرطانية للمريض محمولاً في جسم شحمي Liposome فتقوم الخلايا السرطانية بإنتاج Antigen على سطحها يتعرف عليه بسهولة جهاز المناعة للمريض ويقضي على هذه الخلايا، وقد استخدمت هذه الطريقة لعلاج الملانوما Malignant melanoma وكانت النتيجة أن انحسر أو اختفى الورم .

الطريقة الثانية:

هي إيقاف نشاط الجين المسبب للسرطان أو الجين الورمي وبالتالي إيقاف البروتين الذي ينتجه هذا الجين والذي يحول الخلية العادية إلى خلية سرطانية، وتعرف هذه الاستراتيجية باسم Antisense technology أو تقنيات غير المعين، واللامعين هنا هو خيط DNA قصير جدًا (من ١٢-٢٥ نيوكليوتيدة) يتحد مع لولب الـDNA مزدوج الخيوط للجين الورمي وبالتالي يصبح الجين الورمي ثلاثي الخيوط، وهذا يؤدي إلى إيقاف نشاطه ولا يسمح له بإنتاج بروتينه المسرطن Carcinogen .

الطريقة الثالثة:

يمكن إعطاء خيط RNA ليتحد مع الـmRNA ويمنعه من أن يترجم إلى بروتين، وبالتالي منع إنتاج البروتين المحول للخلايا العادية أو المسرطن . ويمكن استخدام خيط الـDNA أو الـRNA في العلاج الجيني الخارجي أو الداخلي .

الطريقة الرابعة:

يتم فيها مكافحة الخلايا السرطانية وذلك بحقنها بجين منشط للدواء المستخدم لعلاج الورم لأن الدواء يعطى في صورته غير النشطة Prodrug ولا ينشط أو يعمل إلا في النسيج السرطاني الذي يحمل الجين المنشط للدواء، وهذا يساعد على إعطاء

جرعات عالية من الدواء تقضي على الخلايا السرطانية ولا تسبب ضررًا للخلايا السليمة، لأن الدواء لا ينشط ولا يعمل فيها. ومن مميزات هذه الطريقة قتل الخلايا المجاورة للخلايا السرطانية فيما يعرف بتأثر المتفرج Bystander effect .

الطريقة الخامسة: [1]

يعمل فريق علمي من جامعة جلاسجو البريطانية على تطوير علاج جيني للسرطان يرتكز على فكرة خداع الخلايا السرطانية Deception of malignant cells ودفعها إلى الانتحار Suicide .

وتشكل هذه التقنية والتي أثبتت فاعليتها في جميع أنواع السرطان إنجازًا متوقعًا في معترك التوصل إلى علاج لهذا المرض العصي. وقالت رئيسة الفريق العلمي الدكتورة (نيكول كيث) أن فريقها لجأ إلى استخدام وسيلة لخداع الخلايا السرطانية بواسطة الجينات وبالتالي إيصالها إلى حتفها دون إلحاق الأذى بخلايا الجسم الطبيعية، وذلك بدفع الخلايا السرطانية إلى تفعيل أحد الجينات الذي يتولى عملية تدميرها .

ففي ٨٠٪ من أنواع السرطان ينشط الجين Telomerase للعمل على ضمان بقاء الخلية حية وانقسامها لفترة تتجاوز عمرها. لكن باحثي هذا الفريق ربطوا نسخة من العامل المنشط لهذا الجين بجين آخر اسمه Nitroreductase والنتيجة هي قيام الخلية بتنشيط الجين الأخير الذي يعد علاجًا فعالًا للسرطان، ظانة أنه جين Telomerase مما يقودها إلى الهلاك. أما أسلوب عمل Nitroreductase فيستند إلى تحويله عقار CB1954 الذي لا يسبب أذى في الأحوال الطبيعية إلى مادة سامة تقتل الخلايا السرطانية بسرعة، في حين تظل الخلايا غير السرطانية عاجزة عن تفعيل جين Telomerase مما يحافظ على حياة الخلايا السليمة .

---

(1) معالجة السرطان بخداعه- BBC online network - ٢٠٠١/١١/٢٢ .

[1] فاز الأمريكيان (اندروفاير وكريج ميلو) بجائزة نوبل في الطب لعام ٢٠٠٦ لاكتشافهما كيفية وقف الفعل الجيني الأمر الذي يحتمل أن يمهد الطريق لوسائل علاج جديدة لأمراض مثل الإيدز والعمى والسرطان. وأثبت الباحثان من خلال تجارب على الديدان أن بالإمكان إسكات أو إيقاف عمل جينات محددة على الحلزون المزدوج Double helix للحمض النووي الريبوزي. وأصبح التدخل في عملية الفعل الجيني مجالًا مهمًّا لأبحاث شركات الأدوية والتكنولوجيا الحيوية التي تعتبره وسيلة جديدة مبشرة لمعالجة مجموعة من الأمراض.

قال (فاير): إن معرفة الجينات لا تبلغك بما تفعله فإذا بدأت توقفها عن العمل يمكنك معرفة ما تفعله. وقال (بريتل فريدهولم) عضو جمعية نوبل بمعهد (كارولينسكا) أن هذا الاكتشاف يستخدم بالفعل في تجارب سريرية في أمراض تسببها الفيروسات. . . أمراض العيون وأمراض التمثيل الغذائي الخاصة بالأوعية الدموية للقلب. وأضاف ولكن الأهم من ذلك هو أن يستخدم في كل الصناعات الدوائية كأداة أساسية للبحث.

لقد حصل العديد من الشركات منها نوفارتس، بريستول مايزر سكويب، مونسانتو، جلاكسو سميث كلاين وفايزر على تراخيص لاستخدام اكتشاف (فاير وميلو) في أبحاثها.

[2] في طريقة جديدة للغش الرياضي وبدلًا من أقراص الستيرويدات والعقاقير المنشطة والبانية للعضلات قد يلجأ الرياضيون لأسلوب جديد وفريد يعتمد على الهندسة الوراثية والعلاج الجيني. فقد حذر الخبراء في جامعة بنسلفانيا الأمريكية من أن بإمكان الرياضيين اللجوء إلى أساليب العلاج الجيني لإكسابهم قدرات خارقة Superpowers وكفاءة عالية تمكنهم من الفوز في السباقات والمنافسات.

فقد أظهرت الدراسات أن الفئران التي حقنت بجين معدل وراثيًّا لعامل النمو

---

(1) وكالة الأنباء العربية - ستوكهلم - ١٠، ١١ - الاثنين ٢/١٠/٢٠٠٦.

(2) العلاج الجيني يعد بثورة في مجال الرياضة- أرشيف الأخبار - ٢١/٢/٢٠٠٤.

Growth factor الأول الشبيه بالأنسولين شهدت نموًا عضليًا أكبر بحوالي ١٥-٣٠٪، كما تضاعفت القوة العضلية عند استخدام نفس التقنية على فئران خضعت للبرنامج ذاته . وقال الباحثون في دراستهم التي نشرتها مجلة (الفسيولوجيا التطبيقية) إن بالإمكان استخدام هذه التقنيات لإكساب الرياضيين كفاءة كبيرة ونشاطًا خارقًا وأداءً متميزًا . وبالرغم من حظر التلاعب الوراثي بجينات الرياضيين يتوقع العلماء أن يلجأ الكثير من اللاعبين لمثل هذه الأساليب التي يصعب اكتشافها بالوسائل المتاحة حاليًا .

[1] لقد استطاعت أحلام العلماء التي نظنها قد بلغت حدًا من الشطط غير المفهوم، على الأقل في الوقت الحالي أن تهز قناعات وعقائد الناس . فمنذ بدء الدراسات الجينية عام ١٩٧٠، والتعمق في وضع الخرائط الوراثية وجد أنه من المناسب البدء بالخطوة التالية لمعرفة سبب تعبير الجينات Gene expression عن نفسها بأشكال مختلفة، حيث إن تحديد المورثات المسؤولة عن بعض الأمراض يفسر ما يجري ولا يفسر لماذا جرى؟ وتوالت النظريات الحديثة وظهرت حقائق علمية أقرت بشكل ثابت في القرن الحادي والعشرين منها :

(١) أن جميع الأمراض ذات منشأ جيني .

(٢) أن الأمراض المعقدة هي نتيجة لتفاعل العديد من الجينات مع الوسط المحيط، فلا يكفي أن تكون مدخنًا لتصاب بسرطان الرئة، بل يجب أن يتشارك ذلك مع حملك للمورثة الورمية Oncogene المسؤولة عن إحداث السرطان .

إن تطبيق المسح الجيني Gene scanning والمعالجة الجينية في الكشف والوقاية من العديد من الأمراض الخطيرة قبل بدئها وليس بعد حدوثها (كما هو الحال في الأورام)، هو من الآمال المتوقع تحقيقها خلال هذا العقد. فبدلًا من استخدام الرنين المغناطيسي للكشف عن البدايات السرطانية في الثدي لدى النساء، يجب إجراء

(1) د. رحاب الصواف-الآمال المستقبلية لطب الألفية الثالثة- - http://www.nokiacastle.com - ١/ ٢٠٠٦/٤ .

المسح الجيني لهن للكشف عن تواجد المورثات الورمية ونزعها قبل تظاهرها . فالهدف هو كشف الورم قبل ظهوره وليس بعد حدوثه .

ومن الآمال التي يرجو العلماء تحقيقها قبل عام ٢٠١٥ ما يلي:

(أ) زبونة الدواء Customized medicine أي إعطاء الدواء بحسب الزبون، فوصف الطبيب للدواء يجب أن يرتبط بالمسح الجيني الحيوي لكل مريض. فبناءً على تغيرات التسلسل الجيني لكل فرد Single Nucleotide Polymorphism (SNP) يوصف الدواء، هناك مثلًا ثلاث مورثات مسؤولة عن ارتفاع الضغط الشرياني، فبحسب أي من هذه المورثات معطوبة يوصف الدواء، ونتلافى بهذه الطريقة الأعراض الجانبية Side effects للأدوية، حيث تبين أن ٧٪ من مرضى المشافي يدخلونها نتيجة التأثيرات الجانبية المؤذية للدواء .

(ب) إمكانية شفاء بعض الأمراض العصبية Neurological disorders كالشلل Paralysis مثلًا، وهذه من الآمال الكبيرة المتوقعة حيث ثبت أن الخلايا العصبية قادرة على إيجاد طرق جديدة للنمو والتحايل بعد أن اعتقد أنها مبرمجة بشكل صارم منذ الطفولة الباكرة للإنسان، ويعمل العلماء حاليًا على تحقيق ذلك ضمن برنامج Stand up and walk .

(جـ) إن إعطاء عوامل النمو للأعصاب يؤدي إلى إحياء الخلايا العصبية المنكمشة فيتحسن أداؤها كما هو الحال في داء الخرف أو الزهايمر Alzheimer,s disease وداء باركنسون Parkinson,s disease. وأن تحسنًا يعادل ١٠٪ لدى المريض كفيل بتغيير أسلوب حياته .

(د) أما فكرة إطالة العمر مع المحافظة على الشباب فتعتمد على عوامل كثيرة منها :

(١) ما يتعلق بالمعالجة الجينية عن طريق نزع جينة الشيخوخة Gerontogene التي تم اكتشافها في الكروموسوم الرابع لدى الإنسان .

(٢) إعطاء مضادات الأكسدة Antioxidants التي تمنع هرم الخلايا .

(٣) إن الحمية الغذائية تؤدي لخفض الطاقة الناتجة عن الاستقلاب وبالتالي تطيل العمر. وخير مثال على ذلك أن عمر الفئران القارضة لا يتجاوز الثلاث سنوات بينما يصل عمر السلحفاة إلى عشرات السنين .

(هـ) ومن الجدير بالذكر أن هناك آمالًا أخرى لا تقل عن الآمال السابقة أهمية بدئ بتحقيقها، منها ما يتعلق بالهندسة الوراثية وتصنيع الدواء أو بإنشاء بنك للجينات أو لدم الحبل السري Umbilical cord bank على غرار بنك الدم أو بنك النطاف .

هكذا نرى أن آمال العلماء تركزت على تحسين نوعية الحياة أكثر من إطالة مدة الحياة وذلك بسبب زيادة عدد العجزة في العالم وزيادة أمراض الشيخوخة .

مستقبل العلاج الجيني[1]: Future of gene therapy

هناك فوائد كبيرة ومنافع كثيرة تتحقق من خلال العلاج الجيني، وأنه يستفاد منه لعلاج أمراض بالغة الخطورة وواسعة الانتشار وتصيب الملايين من مرضى العالم وأن مستقبلًا زاهرًا ينتظره.

إيجابيات العلاج الجيني:

(١) الاكتشاف المبكر للأمراض الوراثية، ومنع وقوعها بإذن اللَّه، أو الإسراع بعلاجها .

(٢) تقليل دائرة المرضى داخل المجتمع، وذلك عن طريق الاسترشاد الجيني والاستشارة الوراثية Genetic counsel .

(٣) إثراء المعرفة العلمية عن طريق التعرف على المكونات الوراثية ومعرفة التركيب الوراثي للإنسان، بما فيه القابلية لحدوث أمراض معينة كضغط الدم Hypertension والنوبات القلبية Heart attacks والسكري Diabetes

---

(1) د. حسان حتحوت، أ.د. محمد على البار، أ.د. صالح عبدالعزيز الكريم، د. أحمد رجائي الجندي - العلاجات المتقدمة والعلاج الجيني .

ونحوها .

(٤) الحد من اقتران حاملي الجينات المريضة، وبالتالي الحد من الولادات المشوهة Deformed deliveries .

(٥) إنتاج مواد بيولوجية وهرمونات يحتاجها جسم الإنسان للنمو والعلاج .

سلبيات العلاج الجيني:

أولًا: يترتب على كشف بعض الأمراض الوراثية للفرد آثارًا سيئة على حياته الخاصة، فيتعرض لعدم القبول في الوظائف، أو التأمين بصورة عامة والامتناع عن الزواج منه رجلًا كان أو امرأة، مما يترتب عليه إضرار به دون ذنب اقترفه، بل قد لا يصبح مريضًا مع أنه حامل للفيروس أو الجين المسبب للمرض، فليس كل حامل للمرض مريض ولا كل مرض متوقع يتحتم وقوعه .

ثانيًا: التأثير على ثقة الإنسان بنفسه والخوف والهلع من المستقبل المظلم، مما ينتج عنه أمراضًا نفسية خطيرة قد تقضي عليه بسبب الهموم، مع أن الإنسان مكرم ولا يجوز إهدار كرامته وخصوصيته وأسراره .

ثالثًا: هناك مفاسد أخرى إذا تناول العلاج الجيني الصفات الخلقية Congenital characteristics من الطول والقصر والبياض والسواد والشكل ونحو ذلك، أو ما يسمى بتحسين السلالة البشرية Eugenics ، مما يدخل في باب تغيير خلق الله وهو محرم أصلًا .

والعالم المتقدم وبالأخص أمريكا في تسابق خطير وتسارع إلى تسجيل الجديد في هذا المجال شديد الخطورة وخاصة ما يتعلق بالإنسان، فيوجد الآن أكثر من ٢٥٠ معملًا ومختبرًا متخصصًا في علم الجينات ولذلك لا يستبعد في يوم من الأيام خروج كائن من الكائنات المهندسة وراثيًا وهو يحمل إما أمراضًا جديدة أو جراثيم مدمرة، وخاصة مع عدم وجود أية ضمانات قانونية أو أخلاقية لكثير من هذه المعامل، ولذلك أنشئت هيئة الهندسة البيولوجية الجزيئية في فرنسا ولكنها غير كافية لتدارك الأخطار المحتمل

حدوثها وهذه الأخطار تتعلق بما يأتي :

(١) أخطار تتعلق بتطبيقات الهندسة الوراثية في النبات والحيوان والأحياء الدقيقة، إضافة إلى أن بعض الحيوانات المحورة وراثيًا Transgenic animals تحمل جينات غريبة يمكن أن تعرض الصحة البشرية Human health أو البيئة للخطر .

(٢) أخطار تتعلق بالمعالجة الجينية من النواحي الآتية :

(أ) النقل الجيني في الخلايا الجرثومية التي ستولد خلايا جنسية لدى البالغين، وذلك لأن التلاعب الوراثي بهذه الخلايا يمكن أن يوجد نسلًا جديدًا غامض الهوية ضائع النسب .

(ب) الدمج الخلوي Cellular fusion بين خلايا الأجنة في الأطوار المبكرة .

(جـ) احتمالية الضرر أو الوفاة بسبب الفيروسات التي تستخدم في النقل الجيني Gene transfer .

(د) الفشل في تحديد موقع الجين على الشريط الصبغي للمريض، حيث قد يسبب مرضًا آخر ربما أشد ضررًا .

(هـ) احتمال أن تسبب الجينة المزروعة نموًا سرطانيًا .

(و) استخدام المنظار الجيني في معالجة الأجنة قبل ولادتها قد يؤدي إلى مضاعفات خطيرة على حياة الأم والجنين .

[1] (ز) إحداث أضرار مثل تهتك أنسجة الجنين أو الأم أثناء عملية زرع الجينات الأجنبية في الجنين أثناء الحمل في الأسابيع الأولى أو التسبب في عدوى فيروسية أو بكتيرية أو فطرية .

[2] لقد أصبح بالإمكان هندسة النباتات وراثيًا لتعطي لقاحات لمقاومة بعض الأمراض المعدية ولتكون خطًا مناعيًا ودفاعيًا للبعض الآخر. لقد تمكن الباحثون من

---

(١) أ.د. سالم نجم - المدخل للهندسة الوراثية البشرية (٢) - العلاج بالمورثات مستقبل واعد للبشرية .

(2) د. طارق يحيى قابيل-أمصال ولقاحات مهندسة للفقراء: - - Islamonline.net ٢٠٠٠/١١/٢١ .

تحوير نباتات البطاطس، البرسيم، الطماطم والموز حيث أصبحت مصانع صيدلانية حية قادرة على إنتاج لقاحات وأمصال لأمراض مميتة. ومثل هذه النباتات عالية القدرة من الممكن أن تنقذ ملايين البشر خاصة في الدول الفقيرة التي تفتقر إلى الكثير من الأمصال والطعوم الطبية وتعاني من تفشي الكثير من الأمراض المعدية لندرة الرعاية الصحية أو انعدامها .

تشارلز آرنزين أول من تبنى فكرة هندسة النباتات وراثيًا لإنتاج الأمصال واللقاحات Vaccines القابلة للأكل، وذلك بغرس Insertion الجينات داخل الخضر والفاكهة باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، كما أعلن الباحثون الأمريكيون (هف ماسون، تشارلز آرنزين) وآخرون في ٢٠٠٠/١٠/٣٠ أنهم توصلوا إلى عمل مصل صالح للأكل للوقاية من الالتهاب الكبدي الفيروسي Hepatitis B Virus (HBV) B الذي يصيب الملايين من الناس، وذلك بإنتاج نبات بطاطس مهندس وراثيًا ينتج المصل في أنسجته وخلاياه. ويشابه هذا المصل نظيره الذي يستعمل الآن على نطاق واسع حول العالم .

اكتشف العلماء منذ سنوات أن جينًا يشفر لبروتين يسمى هبساج HbsAg يمكن استخدامه كعلاج مناعي ظاهري للالتهاب الكبدي B، وبنقل هذا الجين لفطر الخميرة تمكنت من إنتاج هذا البروتين بكميات كبيرة، وبذلك أمكن استخدامه كمصل للوقاية من هذا المرض. درس الباحثون طرقًا متنوعة لزيادة إنتاج الهبساج في البطاطس، فالمحصول الكافي من الـAntigen البروتيني يعتبر عاملًا حاسمًا لنجاح الأمصال الصالحة للأكل، لأن المعدة والأمعاء تهضم معظم البروتين قبل أن يصل لجهاز المناعة. وقد توصل العلماء لأحسن النتائج بعد إجراء بعض التعديلات في نهاية تتابع الـDNA المشفر لهذا البروتين .

ويعتقد (ماسون) الذي قاد الفريق البحثي أن البطاطس لن يكون النبات الأخير الذي سيستعملونه لإنتاج الأمصال، فهو يحلم بنقل الجين إلى الحبوب، السبانخ، الطماطم أو بعض أنواع الطعام الأخرى مثل سكر النبات حيث يكون المصل أكثر ثباتًا وأكثر سهولة في التوزيع، ويعتقد أن تسويق Marketing الأمصال النباتية الصالحة

للأكل سوف يتطلب تعاونًا وثيقًا بين الصناعات الصيدلية والزراعية .

ومن ناحية أخرى ، ما زالت هذه التقنية في مهدها وتحفها بعض المشاكل مثل صعوبة وصول البروتينات المستحثة Induced proteins للأجسام المناعية إلى الدم لضرورة مرورها بالقناة الهضمية للإنسان Gastrointestinal tract، ولكن مثل هذه الصعوبات تتاح لها الحلول بقليل من البحث المنظم . أظهرت هذه التقنية نجاحًا مبدئيًا في إنتاج لقاح لمرض الإيدز اللعين ، كما ظهرت بعض النتائج الإيجابية والتي تمثلت في نقل بعض الأحماض الأمينية Aminoacids الخاصة بالفيروس إلى مجموعة من النباتات ، والتي أنتجتها بعد زراعتها ، مما يعضد هذه التقنية في إنتاج الطعوم واللقاحات .

[1] يعتبر علم الصيدلة الجينية Pharmacogenetics علم الدواء وصناعته هذا القرن . وهذا العلم سيقوم بدراسة القواعد الجينية التي تحدد استجابة المريض للدواء وتحديد ما يسمى بالدواء الشخصي لكل مريض ولكل مرض يصاب به . ولقد توصل العلماء من خلال هذا العلم إلى الجين الذي يلعب دورًا أساسيًا في امتصاص الخلايا للدواء .

فوصف الدواء مستقبلًا سيخضع لآلية جينات المرضى، وهذا ما يسمى بالآلية الدوائية الجينية التي سيتعرف من خلالها على كيفية تجاوب جسم المريض مع الدواء، لأنه سيتعامل من خلال امتصاص الخلايا له وكيفية تأثيره وتكسيره بها وخروجه منها والتخلص منه . فالجسم إذا امتص الدواء ببطء أو بنسبة قليلة ، فإنه لن يستغل تأثيره القوي على المرض، ولو لم يتكسر الدواء بسرعة ، فإن المريض سوف يحصل على فوائد كبيرة منه إلا أن تأثيره الجانبي سيكون بلا شك مؤكدًا . كل شخص لديه مضخة ذاتية لمنع المواد السامة من الدخول داخل الخلايا للحفاظ على أنسجتنا من التلف، وعمل هذه المضخة الواقية ليس معناه أن كل الأدوية سيئة لأنها تتعامل معه على أنه غريب عن كيمياء الجسم Body chemistry .

وحاليًا يمكن للأطباء التعرف على بعض المرضى الذين لديهم تحويرات خاصة

(1) أ. احمد عوف- صيدلة جينية- Wikipedia - ٢٠٠٥/١٢/٥ .

بجيناتهم من خلال المسح الجيني Gene scanning لهم . ففي حالة النشاط الزائد في المضخة الدوائية الواقية سوف يصف الطبيب جرعة أكبر من الدواء للتغلب على سرعة تخلص الجسم منه ولفظه قبل أن يحقق تأثيره العلاجي بالخلايا المريضة . وهذا المسح سيتم من خلال التعرف على الـDNA في نقطة دم تؤخذ من المريض، وهذه التقنية ستطرح بالأسواق في شكل أجهزة تحليل يطلق عليها قارىء الجينات Gene reader أو ماسح الـDNA (DNA scanner). ومن خلالها سيتعرف الطبيب على مدى استجابة المريض للدواء أو حساسيته له، لأن أي دواء لعلاج مرض ما لا يكون مناسبًا لكل الأشخاص .

وبناءً على علم الصيدلة الجينية والمسح الجيني لدم المريض يمكن تحديد الدواء وجرعاته لكل شخص. كما أن قارىء الجينات سيعاون الأطباء على اختيار الدواء الآمن. ويمكن عن طريق فحص عينة دم فوق عدسة فحص جينات دقيقة في حجم طابع البريد التعرف على ما يسمى بالإنزيم الشارد Errant enzyme والذي يطلق عليه P450 والذي يؤثر في التمثيل الدوائي للأدوية بخلايا الجسم. ويسمى هذا الفحص بالاختبار الإنزيمي Enzymatic test أو الاختبار الجيني للدواء .

ولقد وجد أن ٧٪ من الأشخاص ينقصهم هذا الإنزيم مما يجعل بعض الأدوية تصل إلى درجة السمية بالجسم، والبعض الآخر يعمل لديهم هذا الإنزيم بسرعة ونشاط زائدين فيتخلص الجسم من الدواء سريعًا قبل أن يعالج المريض. ولهذا فإن بعض الأشخاص لديهم حساسية لبعض الأدوية بينما يتحملها البعض الآخر، وهذا سببه تحوير في الجين الذي يشفر لإنزيم P450 .

[1] ينظر إلى العلاج الجيني من خلال اعتبارين:

الأول: اعتبار عام من حيث هو علاج للأمراض .

(1) أ.د. علي محي الدين القرة داغي- العلاج الجيني . . . . من منظور الفقه الإسلامي- Islamonline.net - ٢٠٠٢/٧/٢٧ .

الثاني: اعتبار خاص يتعلق بخصوصيته وما له من آثار .

أما فيما يتعلق بالاعتبار الأول: فمن الناحية الفقهية اختلف الفقهاء في حكم العلاج على عدة أقوال، فالبعض قال أن العلاج واجب إذا ترتب على تركه هلاك النفس بشهادة الأطباء العدول، لأن الحفاظ على النفس من الضروريات الخمس التي يجب الحفاظ عليها، وكذلك في حالة كون المرض معديًا، مثل: مرض السل، الدفتريا، التيفود، والكوليرا وهذا الحكم ترتب على وجود مجموعة من النصوص الدالة على دفع الضرر، ومنها قول النبي ﷺ: لا ضرر ولا ضرار (رواه أحمد ومالك وابن ماجه) .

بل إن بعض الفقهاء ومنهم جماعة من الشافعية وبعض الحنابلة يذهبون إلى أن العلاج واجب مطلقًا، وقيده بعضهم بأن يظن نفعه. وذهب الحنفية إلى وجوبه إن كان السبب المزيل للمرض مقطوعًا به، وذلك كما أن شرب الماء واجب لدفع ضرر العطش، وأكل الخبز لدفع ضرر الجوع، وتركهما محرم عند خوف الموت، وهكذا الأمر بالنسبة لعموم العلاج والتداوي .

وقد استدل هؤلاء الفقهاء بالأحاديث الآمرة بالتداوي، مثل حديث أسامة بن شريك قال: أتيت النبي ﷺ وأصحابه كأنما على رؤوسهم الطير، فسلمت، ثم قعدت، فجاء الأعراب من هاهنا وهاهنا، فقالوا: يا رسول اللّه أنتداوى؟ فقال: تداووا! فإن اللّه لم يضع داءً إلا وضع له دواءً غير داء واحد الهرم (رواه أبو داود والترمذي والنسائي)، ولحديث أبي الدرداء قال: قال رسول اللّه ﷺ: إن اللّه أنزل الداء والدواء وجعل لكل داء دواء، فتداووا، ولا تتداووا بحرام (رواه أبو داود) .

فالعلاج سبب من الأسباب يؤخذ به كما يؤخذ بالأسباب في كل الأمور الأخرى، بل إن تركه إذا ترتب عليه ضرر يكون محرمًا. وقد أكد هذه المعاني ابن القيم في كتابه: الطب النبوي، وبين أن العلاج سبب مشروع، وقدر من قدر اللّه تعالى، وسنة من سننه. ويكون التداوي مباحًا جائزًا تركه، إذا كان العلاج لا يجدي نفعًا وأن الدواء لا ينفعه، حيث ذكر الغزالي خمسة أسباب لترك التداوي منها أن تكون العلة مزمنة، والدواء الذي يؤمر به موهوم النفع .

أما فيما يتعلق بالاعتبار الثاني :

وهو الاعتبار الخاص بالنظر إلى العلاج الجيني من حيث ما له من خصوصية، وما له من آثار، وما يترتب عليه من مصالح أو مفاسد أو مخالفات للنصوص الشرعية . وبناءً على هذا الاعتبار لا ينبغي أن نصدر حكمًا عامًا لجميع أنواع العلاج الجيني وحالاته، وذلك لأن الحكم الشرعي إنما يكون دقيقًا إذا كان موضوع الحكم معلومًا مبينًا واضحًا، لأن الحكم على الشيء فرع من تصوره .

وإضافة إلى هذه الأدلة الخاصة بالعلاج والتداوي هناك عدة قواعد عامة، ومبادىء تتحكم في العلاج بصورة عامة، وفي العلاج الجيني بصورة خاصة، وهي :

(١) مقاصد الشريعة في رعاية المصالح الضرورية والحاجية والتحسينية، والموازنة بين المصالح والمفاسد، والقواعد المتفرقة منها مثل : كون درء المفسدة مقدم على جلب المصلحة، وأنه يتم تحمل الضرر الأخف في سبيل درء الضرر الأكبر، وأن الضرر يزال، وأن الضرر لا يزال بمثله، وأن الضرورات تبيح المحظورات، وأن الضرر الأشد يزال بالضرر الأخف، وأنه إذا تعارضت مفسدتان روعي أعظمهما ضررًا، وأنه يختار أهون الشرين، وأن الضرر يدفع بقدر الإمكان، وأن الحاجة تنزل منزلة الضرورة، وأن الاضطرار لا يبطل حق الغير، وأن المشقة تجلب التيسير، وأنه إذا ضاق الأمر اتسع، وأنه لا ضرر ولا ضرار .

(٢) اعتبار الوسائل والذرائع، فالوسيلة المحرمة محرمة ولو كانت الغاية شريفة، فلا يجوز استعمال أية وسيلة محرمة في العلاج الجيني أو غيره إلا للضرورة التي تبيح المحظورات. وقد جعل ابن القيم قاعدة سد الذرائع ربع الدين والفقه الإسلامي .

(٣) رعاية المآلات والغايات والنتائج والآثار المترتبة على العلاج، حيث قال الشاطبي : النظر في مآلات (أي حالها في المستقبل) الأفعال معتبر مقصود شرعًا، سواء كانت الأفعال موافقة أو مخالفة، وذلك أن المجتهد لا يحكم على فعل من الأفعال الصادرة عن المكلفين بالإقدام أو الإحجام إلا بعد نظرة إلى ما يؤول إليه ذلك الفعل مشروعًا لمصلحة فيه تستجلب، أو مفسدة تدرأ، ولكن له مآل على خلاف ذلك، فإذا

أطلق القول في الأول بالمشروعية فربما أدى استجلاب المصلحة فيه إلى مفسدة تساوي المصلحة أو تزيد عليها، فيكون هذا مانعًا من إطلاق القول بالمشروعية، وكذلك إذا أطلق القول في الثاني بعدم المشروعية ربما أدى استدفاع المفسدة إلى مفسدة تساوي أو تزيد فلا يصح القول بعدم المشروعية، وقاعدة المآلات هي الأصل العام الذي تنبني عليه مجموعة من القواعد الأساسية .

حكم المسح الوارثي:

يجوز شرعًا المسح الوراثي، بشرط أن تكون الوسائل المستعملة فيه مباحة آمنة، لا تضر بالإنسان أو البيئة، وذلك لأن هذه الطريقة تهدف إلى تقليل الأمراض الوراثية، وتساعد الأطباء على وضع البرامج الوقائية لحماية الإنسان وابتكار الأدوية، كما تساعد على دفع الضرر قبل وقوعه .

ويجوز للدولة الإجبار على هذه الطريقة إذا انتشر الوباء في بلد معين، أو اقتضته المصالح العامة، ولكن يجب الحفاظ على نتائج المسح وعدم إظهارها إلا بقدر ما تقتضيه الضرورة أو الحاجة الملحة، وذلك حماية لأسرار الناس التي هي مقصد من مقاصد الشريعة .

حكم تغيير الخلقة:

أما حكم تغيير الخلقة عن طريق العلاج الجيني، فقد تناول الفقهاء قديمًا وحديثًا موضوع تغيير الخلقة، أو تغيير خلق اللّه، وهناك فرق بين التغيير الحاصل على بعض أجزاء البدن والتغيير عن طريق العلاج الجيني، فالأول يتم عن طريق إجراء عمليات تجميلية واقعة على الأعضاء المصابة بالآفة أو القبح، أما العلاج الجيني فيتم عن طريق التحكم في المصادر والأجهزة المتحكمة في الأعضاء والمسؤولة عنها شكلًا ولونًا وكيفًا وكمًا حسب سنة اللّه، وذلك بالتدخل في الجينات ومن هنا نقول:

أولًا : إن أي علاج جيني يستهدف علاج الجينات المريضة والمشوهة لإعادة شكل أو وظيفة العضو السوية المعهودة له جائز شرعًا، وكذلك العلاج الجيني الذي يستهدف

إصلاح عيب أو دمامة تسبب للشخص أذى عضوي أو نفسي .

ثانيًا : لا يجوز العلاج الجيني الذي يستهدف خروج الجسم أو العضو عن خلقته السوية .

ثالثًا : لا يجوز تغيير الجنس أو اللون أو الشكل، لأنها من آيات الله تعالى التي تقوم على الحكم والتوازن والموازنات والسنن الربانية .

بين الله تعالى في قرآنه الحكيم أن التغيير في خلق الله من فعل الشيطان وأوليائه، حيث قال تعالى: ﴿ إِن يَدْعُونَ مِن دُونِهِۦٓ إِلَّآ إِنَٰثًا وَإِن يَدْعُونَ إِلَّا شَيْطَٰنًا مَّرِيدًا ﴿١١٧﴾ لَّعَنَهُ ٱللَّهُ وَقَالَ لَأَتَّخِذَنَّ مِنْ عِبَادِكَ نَصِيبًا مَّفْرُوضًا ﴿١١٨﴾ وَلَأُضِلَّنَّهُمْ وَلَأُمَنِّيَنَّهُمْ وَلَءَامُرَنَّهُمْ فَلَيُبَتِّكُنَّ ءَاذَانَ ٱلْأَنْعَٰمِ وَلَءَامُرَنَّهُمْ فَلَيُغَيِّرُنَّ خَلْقَ ٱللَّهِ﴾ [النساء: ١١٧-١١٩]، كما قال تعالى: ﴿فَأَقِمْ وَجْهَكَ لِلدِّينِ حَنِيفًا فِطْرَتَ ٱللَّهِ ٱلَّتِى فَطَرَ ٱلنَّاسَ عَلَيْهَا لَا تَبْدِيلَ لِخَلْقِ ٱللَّهِ ذَٰلِكَ ٱلدِّينُ ٱلْقَيِّمُ وَلَٰكِنَّ أَكْثَرَ ٱلنَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ﴾ [الروم: ٣٠].

الفصل الثاني: العلاج بالخلايا الجذعية

دواؤك فيك وما تشعر ... وداؤك منك وما تبصر
وتحسب أنك جرم صغير ... وفيك انطوى العالم الأكبر

(الإمام علي بن ابي طالب ﷺ)

(1) إن الخلية في حقيقتها تشبه مدينة عظيمة تموج بالحياة والنشاط المعجز Miraculous activity، ولها سور عظيم به بوابات تفتح وتقفل بأوامر سرية، ولها جيوش متنوعة دفاعية وهجومية، وجنود احتياط وتموين وعلاقات داخلية وأخرى خارجية مع خلايا أخرى مجاورة وبعيدة، ولها أجهزة حركية وكهرومغناطيسية وبيولوجية، ووصف الخلية يحتاج إلى مجلدات تحتوي على آلاف الصفحات، علمًا بأن حجم الخلية لا يزيد عن جزء من عشرة ملايين من المليمتر المكعب، وكلما ابتكر الإنسان مجهرًا أكبر من سابقه كلما ظهرت تفاصيل جديدة مدهشة ومعقدة، ولا يزال العلماء يجهلون معظم أسرار الخلية ونظام عملها وتخصصاتها، فسبحان من خلقها وأودع فيها الكثير من حكمته وإعجاز خلقه.

وحيث إن خالق الخلية هو ذاته خالق الكون ومبدع كل شيء، فإنه يطيب لي أن أقارن بين ضآلة حجم الخلية وعظمة بناء أجهزتها ودقتها وقوانينها المحكمة مع ضخامة حجم الكون وما به من ملايين المجرات Galaxies وملايين ملايين النجوم وتوابعها وما بهذا الكون من قوى إشعاعية وكهرومغناطيسية وغير ذلك مما لا نهاية لأبعاده، حيث تقاس المسافات فيها بملايين السنين الضوئية، في حين تقاس أبعاد مكونات الخلية بالنانومتر، وكلما ابتكر الإنسان تليسكوبًا أكبر كلما رأى في الكون عوالم أكبر وأعظم وخاصة بعد رؤية هذا الكون بالأشعة تحت الحمراء Infrared rays بدرجة يتوقف

(1) أ.د. سالم نجم - المدخل الإسلامي للهندسة الوراثية (1) .

فيها العقل عن الإدراك والتصور مهما أوتي من خيال، وأن قدرة الله وحكمته تجلت في إبداع هذا الكون وإبداع هذه الخلية. وكما أن في الكون إعجاز ففي أنفسنا كذلك إعجاز قال تعالى: ﴿لَخَلْقُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ أَكْبَرُ مِنْ خَلْقِ النَّاسِ﴾ [غافر: ٥٧]، وقال ﷻ: ﴿وَفِي أَنفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ﴾ [الذاريات: ٢١].

[1] اكتشف العلماء حديثًا أن هناك نوعًا من الخلايا هي بمثابة الكل لذا أطلقوا عليها وصف سيدة الخلايا Master cells، حيث إن لها قابلية التحول إلى أي نوع من خلايا الجسم وفق معاملات محددة في المختبر. هذه الخلايا هي الخلايا الجذعية، وعليه فإن العلماء والأطباء يعلقون عليها الآمال بعد الله ﷻ في علاج العديد من الأمراض.

أنواع الخلايا الجذعية:

أولًا: الخلايا الجذعية الجنينية: Embryonic stem cells

هي خلايا لها القدرة على الانقسام غير المحدود في المزارع الخلوية Cellular cultures لتعطي طلائع الخلايا المتخصصة فيما بعد، ويشكل التكوين الطبيعي للإنسان صورة واضحة وجلية عن أهمية هذه الخلايا وكيفية نموها، فمن المعروف أن تكوين الإنسان يبدأ عندما يلقح الحيوان المنوي البويضة، وتتكون نتيجة ذلك خلية وحيدة لها القدرة على تكوين إنسان كامل بمختلف أعضائه، توصف بأنها خلية كاملة الفعالية Totipotent، تنقسم هذه الخلية بعد ذلك إلى خليتين كاملتي القدرة مما يعني أن أي خلية من هاتين الخليتين لها القدرة على تكوين جنين كامل عند زرعها في رحم المرأة، وهذا ما يحدث عند تكوين التوائم المتطابقة، حيث تنفصل خليتان كاملتي الفعالية لتعطي كل واحدة منهما جنينًا كاملًا، وبعد عدة انقسامات تعطي هذه الخلايا (الفلجات) مرحلة تعرف بالبلاستولة Blastocyte. تتكون البلاستولة من طبقة خارجية من الخلايا ومن جزء داخلي يتكون من كتلة من الخلايا تسمى كتلة الخلايا الداخلية.

---

(1) أ.د. صالح عبدالعزيز الكريم، أ.د. محمد يحيى الفيفي- الخلايا الجذعية- الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنة.

الطبقة الخارجية من الخلايا سوف تكون المشيمة Placenta والأنسجة الدعامية الأخرى التي يحتاج إليها الجنين أثناء عملية التكوين في الرحم، بينما كتلة الخلايا الداخلية يخلق الله منها أنسجة جسم الكائن البشري المختلفة، وبالرغم من أن كتلة الخلايا الداخلية تستطيع أن تكون جميع أنواع الخلايا الموجودة داخل جسم الإنسان إلا أنها لا تستطيع تكوين جنين كامل، لأنها غير قادرة على تكوين المشيمة والأنسجة الدعامية الأخرى التي يحتاج إليها الجنين، لذلك يطلق عليها خلايا جذعية متعددة الفعالية Pluripotent stem cells.

تخضع الخلايا الجذعية متعددة الفاعلية للمزيد من التخصص لتعطي خلايا جذعية ذات وظائف محددة، مثل خلايا الدم الجذعية التي تعطي خلايا الدم الحمراء، والبيضاء، والصفائح الدموية Platelets وهناك خلايا الجلد الجذعية التي تعطي خلايا الجلد بمختلف أنواعها، هذه الخلايا الجذعية الأكثر تخصصًا تسمى الخلايا الجذعية البالغة Multipotent stem cells. وهي توجد في الأطفال والبالغين على حد سواء، فعلى سبيل المثال توجد الخلايا الجذعية الدموية والتي تعتبر من أكثر الخلايا الجذعية فهمًا للعلماء، في النخاع العظمي Bone marrow لكل طفل وبالغ، كما توجد بأعداد قليلة في مجرى الدم تسبح مع التيار وهي تؤدي دورًا مهمًا في إمداد الدم بالخلايا الدموية المختلفة أثناء فترة الحياة، ولا يستطيع الإنسان العيش بدونها .

ثانيًا:الخلايا الجذعية البالغة: Multipotent stem cells

الخلايا الجذعية البالغة ذات أهمية في إمداد الأنسجة بالخلايا التي تموت كنتيجة طبيعية لانتهاء عمرها المحدد في النسيج، ولم يتم بعد اكتشافها في جميع أنواع الأنسجة، ولذلك فإن الأبحاث في هذا المجال تسير على قدم وساق، وكان المعتقد وإلى وقت قريب أن الخلايا الجذعية غير موجودة في الأنسجة العصبية البالغة، ولكن في السنوات الأخيرة تم عزل خلايا جذعية عصبية Nerve stem cells من الجهاز العصبي للجرذان والفئران وحتى الإنسان، حيث تم عزل هذه الخلايا من الأجنة البشرية ومن بعض الأنسجة الدماغية البالغة التي أزيلت جراحيًا أثناء علاج مرضى الصرع .

إن الأبحاث الأخيرة التي أجريت على الخلايا الجذعية البشرية البالغة بينت أن هذه الخلايا التي كان يعتقد أنها مبرمجة لسلوك خط واحد من الخلايا المتخصصة Specialized cells قادرة على التحول إلى أنواع أخرى من الخلايا المتخصصة، كما دلت التجارب التي أجريت مؤخرًا على الفئران أن الخلايا الجذعية العصبية عندما يتم نقلها إلى نخاع العظام فإنها تعمل على إنتاج خلايا الدم المختلفة، وأن الخلايا الجذعية المعزولة من نخاع العظم قادرة على إنتاج خلايا كبدية وجلدية وعصبية وأنواع أخرى من الخلايا .

هذه الدراسات المثيرة وغيرها من الدراسات التي ظهرت مؤخرًا بينت أنه حتى بعد أن بدأت الخلايا الجذعية في التخصص فإنها تحت ظروف معينة تظهر نوعًا من المرونة Flexibility أكثر مما كان معتقدًا، ولكن حتى هذه اللحظة فإن المرونة لم تلاحظ إلا على أنواع محدودة من الأنسجة، وليس على كل أنواع الخلايا الجذعية البالغة .

الخلايا الجذعية البالغة ومعوقات استخدامها في العلاج:

إن الأبحاث على الخلايا الجذعية البشرية البالغة أظهرت أن لهذه الخلايا فائدة عظيمة على مستوى الأبحاث وعلى تطور طرق العلاج الخلوي على حد سواء، فلو استطعنا عزل هذه الخلايا من أنسجة المرضى ومن ثم توجيهها للانقسام والتخصص في اتجاه معين ثم زراعتها مرة أخرى في الأنسجة المصابة لنفس المرضى فإن ذلك سوف يقلل إلى حد بعيد احتمالية رفض الجسم لهذه الخلايا .

إن استخدام الخلايا الجذعية البالغة في العلاج الخلوي سوف يؤدي حتمًا إلى تقليل أو حتى إلغاء استخدام الخلايا الجذعية المشتقة من الأجنة البشرية، إلا أن هناك بعض المعوقات لاستخدام هذه الخلايا نلخصها فيما يلي :

(١) فعلى الرغم من أنه قد تم التعرف على العديد من أنواع الخلايا الجذعية البالغة إلا أنه لم يتم عزلها من جميع الأنسجة مثل الخلايا الجذعية القلبية .

(٢) لا توجد هذه الخلايا إلا بكميات قليلة تجعل من الصعب عزلها وتنميتها،

فالخلايا الجذعية العصبية على سبيل المثال تم الحصول عليها بعد إزالة جزء من الدماغ في مرضى الصرع Epilepsy .

(٣) إن محاولة استخدام الخلايا الجذعية البالغة المعزولة من جسم المريض لعلاجه تتطلب أولًا عزلها من المريض ومن ثم تنميتها في مزارع خلوية بهدف الحصول على كميات وافرة منها تكفي للعلاج، وهذه الإجراءات قد تتطلب وقتًا طويلًا والذي قد لا يتوفر لبعض المرضى المصابين بأمراض خطيرة .

(٤) تنتج الخلايا الجذعية الجنينية إنزيم Telomerase الذي يساعدها على الانقسام باستمرار وبشكل نهائي، بينما الخلايا الجذعية البالغة لا تنتج هذا الإنزيم إلا بكميات قليلة جدًا أو على فترات متباعدة مما يجعلها محدودة العمر وبالتالي غير مناسبة للأبحاث كالخلايا الجذعية الجنينية .

(٥) قد تحتوي الخلايا الجذعية البالغة على عيوب في تركيب الحمض النووي DNA وذلك نتيجة تعرضها أثناء حياة الإنسان إلى العديد من المؤثرات كأشعة الشمس والسموم Toxins، وبسبب الأخطاء المتوقعة أثناء عملية تضاعف الـDNA في دورة حياة هذه الخلايا .

(٦) إن الخلايا الجذعية الجنينية قادرة على التحول إلى جميع أنواع الأنسجة الموجودة في جسم الإنسان، بينما الخلايا الجذعية البالغة لا تتمتع بهذا المدى الكبير من القدرة على التحول، وهذا يجعل الخلايا الجذعية الجنينية أفضل من الخلايا الجذعية البالغة .

إن هذه العيوب والمعوقات قد تحد من مدى الاستفادة من هذه الخلايا، ما لم يتمكن العلماء من تذليلها والتقليل من آثارها السلبية .

طرق الحصول على الخلايا الجذعية:

الطريقة الأولى: طريقة Dr. James A. Thomson من جامعة Madison- UW.

تعزل هذه الخلايا مباشرة من كتلة الخلايا الداخلية للأجنة البشرية في مرحلة البلاستولة وقد حصل الدكتور Thomson على هذه الأجنة من عيادات الخصوبة، وهي نتاج عمليات التلقيح الخارجي In Vitro Fertilization (IVF) والتي تكونت في الأساس بهدف التكاثر وليس لأغراض بحثية. وبعد أن عزل هذه الخلايا قام بتنميتها في مزارع خلوية منتجًا بذلك خطوطًا خلوية منها، حيث تحول بعضها إلى بعض أنواع الأنسجة المختلفة، ويعتبر د. ثومسون أول من تمكن من عزل وتنمية الخلايا الجنينية البشرية وتكوين خطوط خلوية مستمرة منها وذلك في عام ١٩٩٨ .

الطريقة الثانية: طريقة الدكتور Gearhart من جامعة Johns Hopkins

حيث عزل هذه الخلايا من الأنسجة الجنينية التي تكون الخصى أو المبايض في الجنين لاحقًا، وتعرف هذه الخلايا بالخلايا الجرثومية الأولية Primordial Germ Cells (PGC) وذلك من الأجنة المجهضة Aborted embryos، بعد أن حصل على موافقة المتبرعين والذين قرروا إنهاء الحمل اختياريًا، كونت هذه الخلايا خطوطًا خلوية مستمرة من الخلايا الجنينية، وقد توصل إلى هذه الطريقة في نفس الشهر الذي توصل فيه ثومسون لطريقته (November1998)، وبالرغم من أن الخلايا التي تمت تنميتها في معمل الدكتور Gearhart ومعمل الدكتور Thomson تختلف في المصدر إلا أنها تبدو متشابهة إلى حد بعيد .

الطريقة الثالثة: طريقة الاستنساخ العلاجي Therapeutic cloning

إن استخدام تقنية نقل أنوية الخلايا الجسدية Somatic Cell Nuclear

Transfer (SCNT) قد تشكل طريقة أخرى لعزل الخلايا الجذعية متعددة الفعالية، ففي الدراسات على الحيوانات باستخدام هذه التقنية قام الباحثون بأخذ بويضة Ova حيوان وأزالوا النواة منها وكذلك المواد المتبقية فيها بعد إزالة النواة (المَواد الغذائية والمواد المنتجة للطاقة اللازمة للتكون الجنيني)، بعد ذلك وتحت ظروف معملية خاصة أخذت نواة الخلية الجسدية ووضعت بجانب البويضة منزوعة النواة مما أدى إلى اندماجها مع مرور الوقت. وقد وجد أن الخلية الجديدة تتميز بأنها ذات قدرة على تكوين كائن حي كامل، وعليه فهي تعتبر خلية كاملة الفعالية سوف تنمو إلى طور البلاستولة، وكتلة الخلايا الداخلية لهذه البلاستولة يمكن أن تكون مصدرًا للخطوط الخلوية متعددة الفعالية والهدف هنا ليس إنتاج كائن حي كامل، وإنما الحصول على الخلايا الجذعية الجنينية لاستخدامها في العلاج.

وتمتاز هذه الطريقة بأن الخلايا الناتجة تكون متطابقة جينيًّا مع الفرد الذي أخذت منه النواة مما يحل مشكلة رفض الأنسجة Tissue rejection من قبل الجهاز المناعي، وعلى هذا يمكن أخذ خلية جسدية من المريض المراد علاجه واستنساخها ومن ثم عزل الخلايا الجذعية الجنينية الناتجة وإعادة زراعتها مرة أخرى في نفس المريض، وكقاعدة عامة فإن أي طريقة يمكن بواسطتها تكوين طور البلاستولة تعتبر مصدرًا جيدًا للخلايا الجذعية الجنينية .

الطريقة الرابعة:

اكتشفت شركة Anthrogenesis في أبريل عام ٢٠٠١ مصدرًا غنيًّا بالخلايا الجذعية البالغة وهي المشيمة، ويقول الرئيس التنفيذي للشركة John Haises أنه يمكن بأسلوب جديد تنمية هذه الخلايا وإكثارها بكميات كبيرة، وحيث إن المشيمة مما يتم التخلص منه بعد الولادة مباشرة فيعد هذا الأسلوب هو الأمثل كمصدر للحصول على الخلايا الجذعية، وسوف يحد هذا من الحاجة إلى استخدام الأجنة البشرية .

الطريقة الخامسة:

في شهر أبريل عام ٢٠٠١ تم نشر دراسة في مجلة Tissue engineering لمجموعة من الباحثين من جامعتي California and Pittsburgh تثبت عزل خلايا جذعية من أنسجة دهنية عادية .

الطريقة السادسة:

إن أحد المصادر الأخرى الذي حقق نجاحًا في الحصول على الخلايا الجذعية هو نخاع العظم حيث تتحول خلايا نخاع العظم إلى خلايا كبدية عند زراعتها في الأطباق، وهناك تجارب أولية تثبت نتائجها أن الخلايا الجذعية في نخاع العظم قادرة على التحول إلى أي نوع من أنواع الخلايا إذا ما توفرت لها الظروف معمليًّا .

الطريقة السابعة:

نشرت مجلة Ature medicine بحثًا أوضح فيه الباحثون أنهم قاموا بعزل الخلايا الجذعية من بنكرياس الفئران وقاموا بتنميتها ومن ثم زراعتها في فئران مصابة بمرض السكر حيث أظهرت هذه الخلايا قدرتها على التحول إلى خلايا منتجة للأنسولين .

استخدامات الخلايا الجذعية:

إن بعض الأمراض المستعصية Incurable diseases التي تصيب الإنسان مثل السرطان والعيوب الخلقية تحدث نتيجة لانقسام الخلايا cell division وتخصصها غير الطبيعيين، والفهم الجيد للعمليات الخلوية سوف يساعد على تحديد الأسباب الأساسية ومواقع الخطأ التي تتسبب عادة في أمراض مميتة .

إن أبحاث الخلايا الجذعية البشرية سواء الجنينية أو البالغة سوف تحدث تغييرًا دراماتيكيًّا في تطوير العقاقير الطبية واختبار آثارها ومدى تأثيرها، فعلى سبيل المثال: الأدوية الجديدة يمكن أن تختبر أولًا على الخطوط الخلوية للخلايا الجذعية بدلًا من الخطوط الخلوية المستخدمة حاليًا وهي في الغالب لخلايا سرطانية. كما أن الخلايا

الجذعية سوف تمكن الباحثين من اختبار الأدوية على أنواع عديدة من الخلايا، والعقاقير التي تظهر نتائج فعالة وغير ضارة على الخلايا الجذعية سوف يتم اختبارها وتجربتها على الحيوانات المعملية وعلى الإنسان لاحقًا .

تستخدم الخلايا الجذعية فيما يعرف بالعلاج الخلوي **Cellular therapy**، حيث إن هناك العديد من الأمراض يكون سببها الرئيسي هو تعطل الوظائف الخلوية وتحطم أنسجة الجسم. وبالتالي فإن الخلايا الجذعية التي يتم تحفيزها لتكوين خلايا متخصصة تمثل مصدرًا متجددًا لإحلال الخلايا والأنسجة، مما يوفر علاجًا لعدد كبير من الأمراض المستعصية .

أمثلة على الاستخدامات الطبية للخلايا الجذعية:

(١) الأمراض العصبية : Neurological diseases

إن من أهم الأمراض التي يمكن أن تحقق فيها الخلايا الجذعية الجنينية نجاحًا طبيًّا هي بعض أمراض الجهاز العصبي **Nervous system** وخاصة مرض باركنسون ومرض الزهايمر والعديد من الأمراض العصبية التي لا علاج لها .

(٢) أمراض القلب : Heart diseases

إن زراعة خلايا عضلية سليمة قد يقدم أملًا جديدًا للمرضى الذين يعانون من أمراض القلب المزمنة **Chronic heart diseases** التي تجعل القلب غير قادر على ضخ الدم بكميات كافية، ويتمثل هذا الأمل في تكوين خلايا عضلية قلبية من الخلايا الجذعية المختلفة ومن ثم زراعتها في عضلة القلب **Cardiac muscle** الضعيفة، وذلك بهدف زيادة القدرة الوظيفية للقلب. إن التجارب الأولية على الفئران وحيوانات أخرى أظهرت أن الخلايا الجذعية التي زرعت في القلب نجحت في إعادة تأهيل Rehabilitation أنسجة القلب وأدت عملها بالاشتراك مع الخلايا الأصلية .

(٣) أمراض السكري : Diabetic diseases

في العديد من الأشخاص الذين يعانون من النوع الأول (Type1) من السكري

يتعطل إنتاج الأنسولين من الخلايا البنكرياسية المنتجة له والتي تعرف بجزر لانجرهانز.
في الوقت الحالي تتوفر أدلة على أن زراعة البنكرياس أو الخلايا المعزولة من الجزر البنكرياسية قد تحد من الحاجة إلى حقن الأنسولين، كما يمكن استخدام الخطوط الخلوية لخلايا الجزر البنكرياسية المشتقة من الخلايا الجذعية البشرية في أبحاث مرضى السكري ومن ثم زراعتها في المرضى، وبالرغم من أن هذه الأبحاث تعطي آمالًا كبيرة إلا أنه لا يزال هناك الكثير من الجهد الذي يتوجب بذله قبل تحقيق هذه الآمال، فهناك تحديات تقنية لا بد من التغلب عليها أولًا قبل البدء في تطبيق نتائج هذه البحوث في العيادات الطبية، ومع أن هذه التحديات كبيرة وصعبة إلا أنها ليست مستحيلة .

التغلب على الرفض المناعي: Overcoming the immune rejection

قبل استخدام الخلايا الجذعية في الزراعة يجب التغلب أولًا على المشكلات الناتجة عن الرفض المناعي، حيث إن الخلايا الجذعية المشتقة من الأجنة سوف تكون مختلفة جينيًا عن المستقبل لها، وعلى ذلك يجب أن تتركز الأبحاث على تعديل هذه الخلايا حتى يقل التباين النسيجي قدر الإمكان أو تكوين بنوك مليئة بمختلف أنواع الأنسجة والهيئات الوراثية.

إن استخدام تقنية نقل أنوية الخلايا الجسدية (SCNT) قد تشكل طريقة أخرى للتغلب على مشكلات التباين النسيجي، حيث تكون الخلايا الجذعية الناتجة عنها متطابقة جينيًا مع أنسجة المرضى ولن تكون هناك حاجة لإخضاع المريض للعقاقير المثبطة للمناعة، والتي قد تكون لها بعض الآثار السيئة على الأنسجة .

[1] اكتشف العلماء في جامعة أدنبرة باسكتلندا جزيئًا يمكن أن يسمح للخلايا الجذعية بالتكاثر دون حدود. أطلق الباحثون البريطانيون على الجزئ اسم (نانوج) ويعني في الأساطير الأسكتلندية أرض الشباب الدائم. ومن المتوقع أن يقود البحث العلمي حول هذه الخلايا إلى ثورة في الطرق العلاجية لعدد من الأمراض مثل: الشلل

(1) اكتشاف جديد يمكن أن يقود إلى ثورة علاجية - BBC Arabic.com - ٢٠٠٣/٥/٣١ .

الرعاش وأمراض القلب والسكر . غير أن هناك جدلًا حول تلك الأبحاث لأنها تتضمن استخدام خلايا الأجنة البشرية .

خلايا الشباب الدائم:

ستمكن النتائج التي توصل إليها فريق العلماء في تحويل الخلايا الجذعية المأخوذة من الكبار إلى خلايا لها نفس مواصفات تلك المأخوذة من الأجنة .

ويقول الدكتور (إيان تشامبرز) الذي نجح في فصل الجزئ: يبدو أن نانوج هو جزئ رئيسي يمكن الخلايا الجذعية الخاصة بالأجنة من النمو في المعمل، كما يحافظ عليها من الموت، ووصف البروفيسور (أوستن سميث) الذي يقود فريق البحث بجامعة أدنبرة النتائج بأنها مثيرة وقال: إن نتائج البحث تكشف عن أسرار الخلايا الجذعية الخاصة بالأجنة وأن جزئ نانوج أو شباب إلى الأبد لا يظهر إلا في الخلايا سالفة الذكر، وأن له قوة جبارة كافية لإعادة تحويل تلك الخلايا إلى خلايا جذعية مثل المأخوذة من الأجنة . وأضاف أنه إذا كان لهذا الجزئ نفس التأثير على الإنسان مثل ذلك الذي لاحظناه على الفئران، فستكون هذه خطوة هامة في تطوير خلايا جذعية من أجل استخدامها في العلاج .

وتم نشر نتائج البحث في دورية (الخلية) بالإضافة إلى بحث آخر أجراه علماء من معهد (نارا) للعلوم والتكنولوجيا في اليابان، وأدرك الفريقان أنهما توصلا إلى نفس الاكتشاف العام الماضي وتعاونا منذ ذلك الوقت من أجل إكماله .

[1] تعد المقدرة الفطرية للجسم على التجدد الأساس الذي تسعى المعالجات القائمة على الخلايا الجذعية كي تضاهيها وتحسن من فاعليتها . ولهذا السبب، فإن أبسط السبل لكثير من المعالجات قد تشتمل على تعبئة الخلايا الجذعية المختبئة فعلًا في داخل جسمنا وتفعيلها . ويركز بعض العلماء حاليًا على تعلم اللغة الكيميائية الدقيقة التي

---

(1) أيها المريض اشف نفسك- مجلة العلوم - الترجمة العربية لمجلة Scientific American - المجلد ٢١ - العدد ١٢ - ديسمبر ٢٠٠٥ .

توجه سلوك الخلايا الجذعية أثناء الالتئام الطبيعي للجرح. وبوسع الفهم التام لسيرورة هذا الالتئام أن يساعد في بعض الحالات على استبعاد الحاجة إلى تسريب خلايا تمت تنميتها في المختبر. كما يمكن للإيماءات الكيميائية الصحيحة أن ترمم فاعلية خلايا المرضى المتقدمين في السن. ومع أن الفوائد الكامنة كثيرة، فإن الأخطاء ماثلة أيضًا .

ومن هذه الفوائد ما يحدث للعضلات من آلام مبرحة عند وقوع حادث ما للإنسان، في مثل هذه الحالة ترسل كل خلية بمفردها إشارات كيميائية وكأنها تستغيث طالبة العون، وعندئذ تستجيب الخلايا الجذعية لهذه الاستغاثة مباشرة وترحل إلى المواقع المجهرية المتأذية من الألياف العضلية وتشرع في إجراء ما تتطلبه عملية الإصلاح .

[1] الخلايا الجذعية هي طينة الجسم الحية التي ينحت منها الجسم ويرمم:

لقد نسب في مطلع عام ٢٠٠٥ لبروتين اكتشف حديثًا وأعطي الاسم دلتا Delta خاصية تجديد الخلايا الجذعية البانية للعضلات في الفأر. فقد قام فريق بجامعة ستانفورد يقوده (ت. راندو) بقرن فئران هرمة بفئران شابة بوصل جهازيهما الدورانيين أحدهما بالآخر، بحيث يدور دم الفأر الفتى في أوردة الفأر الهرم، فوجد هذا الفريق أن شيئًا ما في الدم الفتى يفترض أنه البروتين دلتا، قد جدد مستوى الفاعلية الشبابية للخلايا الجذعية التي توجد في الفأر الهرم .

لقد نجح الباحثون في تجديد الكتلة العضلية للحيوانات عبر المعالجة التجريبية حيث تم تركيب بروتين مختلف يعرف بعامل النمو الشبيه بالأنسولين Insulinlike Growth Factor - 1 (IGF-1) والذي استثار في البداية فاعلية الخلايا الجذعية، ولدى تضخيم تأثيره استطاع أن يستدعي إلى منطقة الإصابة خلايا جذعية تقطن مناطق بعيدة. لذا فإن بعض الباحثين يرى أنه عوضًا عن الحاجة إلى اغتراس خلايا جذعية تجدد النسيج المتأذي نتيجة الهجمة القلبية، فإنه يمكن لجرعة من هذا العامل (IGF-1). أن

(١) فراس جاسم جرجيس - الخلايا الجذعية - sehha.com - ٢٠٠٦/١١/١٩ .

تبدأ الإصلاح بواسطة الخلايا الجذعية الجائلة في الدورة الدموية، أو المخبأة داخل القلب نفسه. وقد ينجح ذلك في أي عضو أو نسيج ما إذا ما تعرف العلماء على الإشارات التي ستستدعي الخلايا الجذعية السليمة كي تشرع في العمل .

ولعل ما هو أكثر أهمية هو معرفة كيف يمكن إيقاف فاعلية الخلايا الجذعية بعد إتمام عملها الإصلاحي، وقد تكون من بين أكثر المفاجآت تشاؤمًا ما تكشفت عنه مؤخرًا أبحاث الخلايا الجذعية في السنوات الأخيرة من حيث علاقة هذه الخلايا ببعض أنواع السرطان. فقد ينتج ابيضاض الدم عن انحراف الخلايا الجذعية لنقى العظام عن مسارها السوي. ويشتبه حاليًا في أن أنواعًا معينة من سرطان الدماغ والمعدة والثدي قد استثيرت نتيجة تحول الخلايا الجذعية إلى خلايا خبيثة .

وترى إحدى النظريات أن هذا قد يحدث عندما تُعلق الخلايا الجذعية التي تكون عادة هاجعة، بسيرورة طراز تصليح الجرح . فاستبقاؤها مفعلة Activated لفترة أطول مما يجب يجعل الخلايا الجذعية عرضة للطفر، فتصبح عندئذ كابوسًا بيولوجيًا Biological nightmare، حيث تصبح خلايا سرطانية شاذة تمتلك في الوقت نفسه المقدرة التكثيرية للخلايا الجذعية .

[1] طرق تقييم جوانب الأمانة في استخدام الخلية الجذعية في العلاج:

(١) الفحص الدقيق لمصدر هذه الخلايا .

(٢) استخدام خلايا جذعية من سلالات جذعية مدروسة بعناية معروفة المواصفات والمقاييس المعملية المقبولة والمتعارف عليها دوليًا .

(٣) استبدال خلايا أكثر أمانًا بخلايا الفأر الجنينية المغذية أو المُلقمة في المتنبت .

(٤) المعرفة التامة بعوائل الخلايا الجذعية البشرية والتوصيف الدقيق لها .

(٥) تجريب الخلايا الجذعية البشرية المستخدمة في العلاج على حيوانات

---

(1) أحمد خالد الزعيري - الخلية الجذعية - عالم المعرفة من ص ٣٠٤- ٣١٦- العدد ٣٤٨- فبراير ٢٠٠٨.

التجارب أولًا وقبل استخدامها في الإنسان.

(٦) دراسة النواحي التقنية في عملية تحميل الخلية الجذعية بالجين.

الهندسة إلى جانب الأخلاق:[1]

ماذا لو استطاع العلم بهزة أنبوب اختبار أن يطوق الاعتراضات الأخلاقية Moral objections على أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية؟ هناك عدة مقترحات تتيح للعلماء من حيث المبدأ الحصول على خلايا جذعية نفيسة دون تعريض الجنين للأذى، الذي يعد فيما يتعلق بالبعض مساويًا في قيمته النفيسة للخلايا الجذعية. وبالنسبة لعلماء التقانة الحيوية المتحمسين تبدو هذه المقترحات جيدة بدرجة لا تصدق، وأنها كذلك في الواقع.

لقد جذب (B.W هورلبات) من جامعة ستانفورد وعضو المجلس الرئاسي للأخلاق الحيوية في الولايات المتحدة، ومعتقد عنيد لمفهوم الاحترام الأخلاقي لكرامة الجنين الانتباه في اقتراحه إلى ضرورة تضافر الهندسة الوراثية والاستنساخ في مسعى يسمى النقل النووي المغاير Altered nuclear transfer، حيث تستخلص نواة خلية بالغة وتحور لإيقاف عمل جينة أو أكثر أساسية أثناء تنامي الجنين، تحقن النواة عندئذ في خلية بيضية منزوعة النواة لتنشط كهربائيًا كما في الاستنساخ. وإذا سارت الأمور كما يجب فإن هذه الكينونة الحيوية التي يقول عنها (هورلبات) إنها لن ترقى أبدًا إلى المستوى الذي يمكن تسميته بدقة الكائن الحي، ستصبح في أحسن الحالات كتلة غير منتظمة من الخلايا الجذعية ملائمة للأبحاث العلمية ولربما للعلاجات السريرية.

لا يشاطر جميع المتخصصين بالأخلاقيات الحيوية حماسة (هورلبات) لخطته تلك. فمن المحتمل أن تشبه الكتلة الخلوية الناتجة ورمًا مسخيًّا Teratoma أي ورمًا بشعًا هو عبارة عن خليط من خلايا مختلفة الأنماط: من خلايا الشعر إلى خلايا العضلات وخلايا الأسنان. وعلى الرغم من أنه لا يمكن تصنيفه جنينًا في نظر

(1) فراس جاسم جرجيس- بنوك الحبل السري - sehha.com - ٢٠٠٤/١١/١٩ .

العديدين، فإنه بالتأكيد يثير ما أسماه (ل. كاس) رئيس المجلس الرئاسي للأخلاق الحيوية في الولايات المتحدة العامل المنفر (المقزز) Yuck factor لأنه يشخص بعمق الممارسات اللا أخلاقية. ولقد تساءل النقاد فيما إذا كان إنشاء شيء هالك ومقيت عن قصد هو من الناحية الأخلاقية أفضل من إتلاف أجنة ليس لها مستقبل. وإذا ما ترك النفور جانبًا، فمن أجل إنجاح خط واحد من الخلايا الجذعية بهذه الطريقة نحتاج إلى مئات البويضات البشرية والتي تستثير بذاتها مشكلات فنية وأخلاقية.

لقد ظهرت دراسة نقدية استهدفت خصيصًا مقترح (هورلبات) قد تقلل أكثر فأكثر من أهمية هذه الأفكار جميعًا. ويجادل كل من (.D ملتون، .G دالي و.C جينينكز) من جامعة هارفارد بأن إيقاف فعل جينة واحدة لا يمكن أن يمثل نقطة انتقالية يكتسب فيها الجنين البشري منزلة أخلاقية، ولا توجد أي مرجعية يمكن أن تضفي يقينًا أخلاقيًا إلى هذا النمط من المقاربات. إن إنتاج مسوخ قربانية على مستوى صناعي قد لا يرضي أولئك الذين يؤمنون بأن أي عبث بالمادة البدئية للحياة هو أمر خطأ.

لقد روج باحثان من جامعة كولومبيا فكرة، ربما تكون أكثر واقعية تتمثل في جني خلايا جذعية جنينية حية من الأجنة التي خارج الجسم الحي In vitro وماتت تلقائيًا. فلقد شرع (.W.D لاندري و .A.H زاكر) بالعمل على اختبارات للتعرف على واسمات كتلك التي توقف نهائيًا انقسام الخلية والتي يساويها العلماء بالموت الدماغي Brain death للأجنة. ومن السخرية أن مشروع الباحثين (لاندري وزاكر) سوف يتيح الحصول على ما يمكن اعتباره خلايا سليمة من أجنة ميتة، كما أنه يجهض الحلم الذي يتمثل في إمكانية استنساخ خلايا جذعية جنينية يومًا ما من جسم أحد المرضى لاستعمالها في معالجته. إلا أن الخلايا الجذعية الذاتية المنشأ (المأخوذة من المريض) سوف تكون في مأمن من الرفض المناعي، في حين أن تلك المتأتية من أجنة ميتة لن تكون كذلك. لذا فقد نحتاج عندئذ إلى مئات آلاف الخطوط الخلوية لإنمائها ومن ثم تخزينها، كي نقدم للمرضى جميعهم خلايا متوافقة مناعيًا.

وتشتمل حلول مستقبلية على استخلاص خلايا جذعية فردية دون إيذاء الجنين، وعلى

استعمال بويضات بشرية غير مخصبة تُنابل لتدخل في سيرورة قصيرة الأمد، تشابه تشكل الجنين. وهناك طرق أخرى مباشرة تتجنب كليًا الاقتراب من الجنين؛ منها أن تجبر الخلية الجذعية البالغة إلى الرجوع عن تمايزها أو تعود إلى حالتها الجنينية المتعددة الفاعلية.

[1] تاريخ تطور نقل دم الحبل السري:

(١) ظهر أول دليل على إمكان الاستفادة الطبية من دم الحبل السري عام ١٩٧٢، وتم ذلك عن طريق إعطاء طفل مصاب بابيضاض الدم عمره ١٦ سنة دم الحبل السري بالتسريب الوريدي وبعد مرور أسبوع واحد وجد أن دم الطفل يحتوي على خلايا دم حمراء منشؤها الخلايا الجذعية للمانح Donor .

(٢) في عام ١٩٨٠ بدأ التفكير والمقارنة بين خلايا الحبل السري ونقى العظم المنقول، ولم يتم التأكد من ذلك إلا في عام ١٩٨٩ حيث اتضح أن دم الحبل السري يحتوي على نفس كمية الخلايا الجذعية الموجودة في نقى العظم .

(٣) في عام ١٩٨٩ تمت أول عملية نقل خلايا من حبل سري إلى طفل مصاب بمرض وراثي (الأنيميا الفانكوني Fanconi's anemia) عن طريق استعمال دم الحبل السري لأخته الوليدة .

(٤) في عام ١٩٩١ تمت أول عملية لنقل دم الحبل السري لطفل مصاب بابيضاض الدم المزمن (اللوكيميا) وهذه العملية والسابقة نجحتا، وأدت إلى ولادة آفاق جديدة في عملية نقل دم الحبل السري واستبداله بعملية نقل نقى العظم .

(٥) عام ١٩٩٧ توصل العلماء إلى دليل على أن اغتراس دم الحبل السري حتى بين مانح ومتلق غير قريبين هو أكثر أمانًا من اغتراس نقى العظم .

أنشئت أولى البنوك في العالم لحفظ الأموال، وكانت تعتبر فتحًا كبيرًا في عالم الاقتصاد والأموال، وهنا عرف معنى كلمة بنك وهو المكان الذي تحفظ فيه أموال

---

(1) فراس جاسم جرجيس- بنوك الحبل السري - sehha.com - ٢٠٠٤/٦/١٨ .

المودعين والتي يستردونها عند الحاجة إليها . وجاء تطور الطب عبر السنين باكتشاف عمليات نقل الدم Blood transfusion والاستفادة منه، ولقد سعى العلماء إلى إيجاد طريقة لحفظ كميات كبيرة من دم الحبل السري المتبرع به للأسباب الآتية :

(أ) لعدم إمكانية تصنيعه .

(ب) للاستفادة منه في حالات الحرب والسلم .

(ج) لاكتشاف فوائد كثيرة له والذي يعتبر أحد معجزات الولادة Birth miracles .

(د) لكون هذا الدم يحتوي على كمية من الخلايا الجذعية القادرة على إعادة بناء خلايا الدم والجهاز المناعي لدى المرضى المصابين بأمراض كابيضاض الدم Leukemia وأنواع أخرى من السرطان .

(هـ) لأن هذا الدم يتم الحصول عليه أثناء عملية الولادة (وهو وقت محدود نسبيًا) .

يعتبر الحبل السري مصدرًا غنيًا للخلايا الجذعية المصنعة للدم Hematopoietic stem cells، وهي السليفة لكل ما يحتويه الدم، بدءًا من الخلايا الدموية البيضاء المقاومة للعدوى، والخلايا الحمراء الحاملة للأوكسجين، إلى الصفائح الدموية التي تسهل عملية تخثر الدم Blood clotting بعد حدوث إصابة أو جرح ما .

وتكفي الخلايا الجذعية الموجودة في مشيمة Placenta واحدة لإعادة بناء خلايا الدم والجهاز المناعي عند طفل مصاب بابيضاض الدم (وهو مرض يتميز بانقسام خلايا الدم البيض بصورة غير سوية) مما يوجب قتلها بالمعالجة الكيماوية Chemotherapy، وتكفي لعلاج شخص بالغ في حال تنميتها تحت ظروف معينة .

في الماضي كان على الأطباء البحث عن مانح لنقى العظم الذي يحتوي على خلايا جذعية منتجة للخلايا الدموية والمناعية، ولكن لسوء الحظ كان الكثيرون يموتون خلال فترة البحث الطويلة عن مانح يطابق النوع النسيجي للمريض، أو بسبب المضاعفات الناتجة عن عدم تطابق الدم الممنوح تطابقًا جيدًا . أما دم الحبل السري القابل للحفظ

لفترات طويلة، أكثر احتمالًا للتطابق الجيد وأقل احتمالًا لإحداث المضاعفات، لأن الخلايا الجذعية به تختلف مناعيًا عن تلك الموجودة في نقى (نخاع) العظم عند البالغين، كما تتميز بأنها أكثر تحملًا .

والعلماء يأملون بإمكانية تطوير هذه الطريقة العلاجية لتشمل علاج أمراض أخرى في المستقبل القريب، ولكون هذه الطريقة قد حققت نجاحات كبيرة، فإن العلماء ينظرون إليها نظرة مشرقة في سبيل تحقيق مكاسب طبية، ومن أهم هذه الأمراض التي يسعى العلماء الآن لتحقيق نجاحات فيها، وقد تم فعلًا النجاح في قسم منها ما يلي :

(١) أمراض الدم: ابيضاض الدم باختلاف أنواعه الحادة والمزمنة Acute and chronic، وفقر الدم بأنواعه المختلفة (فقر الدم المنجلي، فقر الدم الفانكوني وفقر الدم غير المستجيب للعلاج، إلخ . . .) .

(٢) أمراض النخاع الشوكي Spinal cord diseases .

(٣) مرض هودجكن Hodgkin's disease .

(٤) أنواع متعددة من السرطان (سرطان الثدي، سرطان الدم، سرطان الكلى، إلخ . . .).

(٥) أمراض جهاز المناعة (نقص T and B lymphocytes، إعادة تشكيل الجهاز المناعي للرضع المولودين ولديهم عوز مناعي Sever combined immunodeficiency، إلخ . . . . .) .

(٦) متلازمة هرلر Herler's syndrome، التي تسبب تنكسًا عصبيًا مستفحلًا يؤدي في النهاية إلى الوفاة. وفي هذه الحالة يستفاد من الخلايا الجذعية ليس فقط لتكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء، بل أيضًا في تكوين خلايا داعمة للدماغ .

بعد التعرف على المميزات الواضحة لاغتراس دم الحبل السري، قامت عدة مراكز طبية ومستشفيات وبعض الجامعات بتأسيس بنوك لحفظ دم الحبل السري، تمكن الأم الراغبة في منح الدم الخاص بوليدها ليستعمل من قبل الغرباء المحتاجين إليه. ولقد

أنشئت الكثير من هذه البنوك وانتشرت في أنحاء مختلفة من العالم، منها أمريكا، ألمانيا، إيطاليا، سنغافورة، بريطانيا، أستراليا وتايوان.

أهداف اغتراس الحبل السري:

يهدف اغتراس دم الحبل السري Umbilical cord إلى الحصول على مصدر للخلايا الجذعية الأكثر تطابقًا مع النوع النسيجي لمريض معين. وتوجد ست جينات رئيسية مسؤولة عن صناعة بروتينات Human Leucocyte Antigens (HLA) على الصبغي رقم ٦، وهذه البروتينات توجد على سطوح جميع خلايا الجسم، ومن خلالها يتعرف جهاز المناعة على الخلايا ويتعامل معها على أساس كونها خلايا طبيعية، أي تنتمي للذات (Self) وما عدا ذلك يقوم بقتلها باعتبارها لا تنتمي للذات (non-self). ويمتلك كل شخص نسختين (اليلين) لكل جين من الجينات الست، كل نسخة منها تعود لأحد الأبوين. ومن أجل اغتراس نقى العظم يهدف الأطباء إلى مطابقة الأليلات الستة (من أصل ١٢ أليل) الأكثر ملائمة للاغتراس من الناحية السريرية. ولكن بسبب الاختلاف المناعي لخلايا دم الحبل السري عن خلايا نقى العظم، يستطيع الأطباء استعمال عينات من دم الحبل السري تطابق خمسة أو حتى ثلاثة فقط من أليلات HLA.

إن الاختلافات في الجهاز المناعي للوليد Newborn تقلل من احتمال قيام الخلايا المناعية في حبله السري بمهاجمة نسيج المتلقي أنه غريب، وبذلك تكون الخلايا المناعية في دم الحبل السري أقل إحداثًا للضرر من خلايا نقى العظم. حيث إن تلقي غرسة من نقى عظم شخص لا يطابق النوع النسيجي للمريض بشكل جيد يمكن أن يكون مميتًا، وذلك في حالة ما إذا أدت كمية ولو قليلة جدًّا من الخلايا المناعية إلى حدوث داء الطعم حيال العائل Graft-Versus-Host Disease (GVHD) وهي ظاهرة تتسم بمهاجمة الخلايا المغترسة لجسم المتلقي على أنه غريب. وتؤدي هذه الظاهرة إلى الإصابة بطفح جلدي rash مصحوب بقروح، إضافة إلى أذية كبدية، يمكن أن تتطور إلى فشل كبدي Hepatic failure أو نزيف شديد بالجهاز العصبي، وقد يؤدي هذا المرض سريعًا إلى الوفاة.

تتميز طريقة نقل دم الحبل السري عن عملية اغتراس خلايا من نقى العظم بالآتي:

(١) وجود عدد غير محدود من المتبرعين حيث إن أغلب الأطفال الأصحاء جينيًا وجسديًا بإمكان أهاليهم التبرع بدم الحبل السري الخاص بهم .

(٢) وجود استجابة أكبر للخلايا المنقولة من الحبل السري منه للخلايا المنقولة من نقى العظم .

(٣) يمكن حفظ دم الحبل السري للاستعمال الشخصي (للطفل المولود نفسه) أو يمكِن التبرع به للآخرين .

(٤) انخفاض الإصابة بالمرض القاتل GVHD .

(٥) انخفاض التكاليف المادية .

(٦) قلة الآثار الجانبية .

(٧) سهولة الحصول عليه دون خطر على الأم أو الطفل .

سلبيات اغتراس دم الحبل السري:

أولًا : احتمال وجود أخطاء وراثية بالخلايا الجذعية بدم الحبل السري يمكن أن تسبب مرضًا عند المتلقي، ومن هذه الأخطاء فقر الدم الخلقي أو نقص المناعة والتي قد لا تظهر عند المانح إلا بعد عدة شهور أو سنوات، يكون دم حبله السري قد نقل خلالها إلى أشخاص آخرين، ويمكن لبنوك دم الحبل السري أن تتجنب هذا الخطر بدرجة كبيرة عن طريق إجراء ما يشبه الحجر الصحي للدم مدة تتراوح بين ٦ ، ١٢ شهرًا تتصل خلالها بعائلة المانح للتأكد من تمتعه بصحة جيدة .

ثانيًا : تحتوي العينة الواحدة من دم الحبل السري على عدد قليل نسبيًا من الخلايا الجذعية، ويعمل الباحثون الآن من أجل زيادة عدد هذه الخلايا عن طريق استعمال المغذيات وعوامل النمو، كما يقومون بهندسة الخلايا الجذعية جينيًا من أجل إصلاح

الاضطرابات الوراثية Genetical disorders كالعوز المناعي المشترك وفي هذه الحالة، يجمع الأطباء دم الحبل السري الخاص بالطفل، ثم يقحمون جينات سوية في الخلايا الجذعية لهذا الدم، ثم يعيدون حقن Injection هذه الخلايا في جسم الطفل .

[1] قال علماء كوريون جنوبيون أنهم تمكنوا من إعادة القدرة على المشي لمريضة كانت مصابة بالشلل Paralysis بعد زرع خلايا المنشأ في نخاعها الشوكي حسبما أوردته جريدة كوريان تايمز . وقاد الأستاذان (سونغ شانغ) من جامعة شوصن الكورية (وكانغ كيونغ صن) من جامعة سول الوطنية، ومعهم الدكتور (هان هون) من بنك دم الحبل السري في سول، عملية جراحية تم خلالها زرع خلايا المنشأ المستخلصة من دم الحبل السري في الجزء المصاب من النخاع الشوكي لهذه المريضة (عمرها ٣٧ سنة) .

وبعد مضي ١٥ يومًا من الجراحة تمكنت المريضة التي كانت مصابة بالشلل منذ عام ١٩٨٥ من تحريك مفصل الفخذ للمرة الأولى بعد أن بدأت أعصاب الحس والحركة في التحسن . وبعد ١٠ أيام أخرى ظهرت أول استجابة لقدمي المريضة . أي أنه خلال ٣ أسابيع تقريبًا من إجراء العملية تمكنت المريضة من استعادة قدرتها على المشي بالاستعانة بجهاز مشي .

وينتظر أن تفتح هذه التقنية المجال لعلاج الأمراض العصبية خاصة تلك التي تستدعي إيجاد بديل لعضو معطوب أو مفقود أو مصاب .

[2] كان الباحثون الأمريكيون يجرون أبحاثًا حول خلايا القلب المؤسسة Cardiac progenitor cells وهي خلايا نادرة توجد في المراحل الأولية من تكوين القلب في الأجنة ولديها القدرة على الانقسام . وخلال رحلة البحث عن تلك الخلايا التي يمكن الكشف عنها من خلال احتوائها على جين معين يدعى أيسلت-١، اكتشف الباحثون أن هذه الخلايا موجودة أيضًا في البالغين . ونقلت نيتشر عن شاين قوله : أن بضع مئات من هذه الخلايا تتبقى فقط بعد الميلاد، وأن عددها يأخذ في التناقص مع

---

(1) مازن النجار - خلايا المنشأ تعيد قدرة مريضة على المشي- الجزيرة.نت - ٢٠٠٤/١٢/١٢ .

(2) خلايا القلب تتجدد- Islamonline.net - ٢٠٠٤/٢/١١ .

زيادة العمر، وأنها تمثل مرحلة وسيطة بين خلايا المنشأ والخلايا القلبية .

وأضاف أنه خلافًا للخلايا الجذعية التي لديها قدرة غير محدودة على الانقسام، فإن خلايا القلب المؤسسة لديها قدرة محدودة على ذلك (عدة مرات ثم تتوقف)، إلا أنه بشر أنه نظرًا لأن كلا النوعين لديه القدرة على الانقسام، فيمكن من خلالهما تجديد الخلايا الميتة بالقلب نتيجة ما يصاب به من أزمات .

أوضح فريق شاين أن خلايا القلب المؤسسة تتميز على خلايا المنشأ بسهولة حثها على الانقسام والتحول لأنسجة قلبية مباشرة دون اللجوء إلى الكثير من العمليات المعقدة التي يجب القيام بها مع خلايا المنشأ أثناء تحولها إلى خلايا قلبية. ويأمل الباحثون في التوصل في المستقبل القريب لإمكانية زرع هذه الخلايا بالقلوب لتجديد خلاياها الميتة وإصلاح أعطابها، لكن التحدي الفني الذي يواجه العلماء الآن هو عزل أكبر عدد ممكن من تلك الخلايا. وإذا كان العلماء يتوقعون تحقيق ذلك في المستقبل، فيبدو أن التطبيق الفعلي لهذا الكشف الطبي كعلاج قد يستغرق سنوات طويلة قادمة (مجلة نيتشر) .

الخلايا الجذعية بين الفقه والأخلاق [1]

أولًا: الجانب الفقهي:

جعل الإسلام من مقاصده الأساسية حفظ النفس والنسل، والفقه الإسلامي ذو منهجية ربانية في التعامل معهما وحيث إن الأجنة مصدر رئيسي للخلايا الجذعية فإن الفقهاء تعرضوا لذلك قديمًا وحديثًا، وعليه فإنني أحيل القارئ فيما يخص النواحي الفقهية في هذا الموضوع إلى القرارات من ٥٤-٦٠ الصادرة عن المجمع الفقهي الإسلامي في دورته السادسة المنعقدة بجدة في مارس ١٩٩٠ والتي يمكن تلخيصها فيما يلي :

(١) الجنين الآدمي له حرمة، وعلى هذا الأساس فإنه لا يجوز إجهاضه من أجل

(1) المجمع الفقهي الإسلامي- الدورة السادسة- جدة- مارس ١٩٩٠ .

استخدام خلاياه أو استثمارها تجاريًا كأن تباع لإجراء التجارب عليها أو استخدامها في زراعة الأعضاء أو استخراج بعض العقاقير منها .

(٢) يجوز الانتفاع بالخلايا الجنينية المستمدة من الأجنة المجهضة لأسباب علاجية أو الأجنة الساقطة والتي لم تنفخ فيها الروح بعد، سواء في زراعة الأعضاء أو الأبحاث والتجارب المعملية، وشروط الانتفاع ترتكز أساسًا على ضرورة الموازنة الشرعية بين المفاسد والمصالح .

(٣) ليس هناك ما يمنع شرعًا من نقل الخلايا الجنينية في حالة الجنين الميت واستخدامها لعلاج الأمراض المستعصية في المخ ونخاع العظم، خلايا الكبد، خلايا الكلى والأنسجة الأخرى وفقًا للشروط الذي ذكرها المجمع الفقهي الإسلامي .

(٤) لا يحرم استخدام الخلايا الجذعية الموجودة في الإنسان البالغ إذ أن أخذها منه لا يشكل ضررًا عليه، حيث يمكن تحويلها إلى خلايا مفيدة لشخص مريض وهذا الاستخدام يحقق مصلحة بدون ضرر مثل زراعة الأعضاء .

(٥) لا يسمح المجمع بالتبرع بالنطف المذكرة أو المؤنثة (حيوانات منوية أو بويضات) لإنتاج بويضات مخصبة تتحول بعد ذلك إلى جنين بهدف الحصول على الخلايا الجذعية منه .

(٦) يمنع المجمع الموقر طريقة الاستنساخ للحصول على الخلايا الجذعية الجنينية.

(٧) إباحة الحصول على الخلايا الجذعية من الحبل السري أو المشيمة .

ثانيًا: الجانب الأخلاقي:

يوجد جدل أخلاقي كبير يثار دائمًا حول مصادر الخلايا الجذعية الجنينية، واستخدام هذه المصادر يواجه انتقادًا حادًّا من الجماعات المناهضة للإجهاض ورجال الدين والمحافظين في الغرب، حيث يعارض هؤلاء استخدام الأجنة البشرية للدراسة

والبحث، لما في ذلك من امتهان لكرامة الإنسان، كما أن هذه الأبحاث والتي تهدف أساسًا إلى الحفاظ على حياة الإنسان ليس من المعقول أن تتم على حساب حياة إنسان آخر .

بينما في الجانب الآخر يرى مؤيدو استخدام الخلايا الجذعية الجنينية أنه لا يوجد ما يستوجب كل هذا الجدل، حيث إن هذه الأجنة المستخدمة في الأبحاث سوف يتم التخلص منها، وبالتالي فإن استخدامها سوف يساعد الملايين من البشر الذين هم على قيد الحياة وفي حاجة ماسة إلى علاج فعال للأمراض التي يعانون منها والذي يكمن في هذه الخلايا الجذعية -كما يأمل الأطباء .

وقد أوضح أخيرًا الرئيس بوش أن الحكومة الفيدرالية قد سمحت بأن تمول الأبحاث المتعلقة بالخلايا الجذعية الجنينية، وقد أثار القرار جملة من التساؤلات بما فيها القدر المتاح الذي ستسمح به السياسة الجديدة، حيث أكد أنه بالإمكان دعم ٦٠ خطًا لإنتاج الخلايا الجذعية مما حدا بأستاذ بيولوجيا الخلية (دوجلاس ميلتون) في جامعة هارفارد أن يقول: كان قرار الرئيس حاسمًا لصالح الأبحاث، وقد ركز الرئيس بوش على الجانب الأخلاقي في خطابه بقوله: وتلح علينا بعض الأسئلة الجوهرية في هذا الموضوع وهي: ما هي البداية الحقيقية التي تبدأ عندها الحياة البشرية ويمكن وصف إعدامها بالقتل؟ وما هي حدود العلم وسلطان الأخلاق؟ ومهما يكن الجواب فإنه يجب احترام الإنسان في كل أطواره، والمشكلة كما تبدو عويصة ولا سبيل إذًا غير حماية تقدمنا العلمي وصيانة أخلاقنا .

الباب الثاني

الفصل الأول: الهندسة الوراثية

[1] جرى العرف بين كثير من رجال العلم إلى تقسيم ثورات التقنية إلى ثلاث ثورات، بدأت بعصر الميكنة، ومرت بعصور الأوتوماتيكية وانتقلت إلى عصر التقنية الراقية أو كما يقال التقنية المتفوقة Super technology ذلك العصر الذي نعيشه منذ العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين، والذي يمكن أن نطلق عليه مجازًا - الثورة التقنية الثالثة، حيث إنه من الصعب أن نضع حدودًا فاصلة بين هذه الثورات، فقد اتخذ التطور التقني شكلًا تدريجيًا في الارتقاء من مستوى إلى مستوى أفضل .

فإذا كانت الثورة الصناعية الأولى قد زودت الإنسان بإمكانيات عضلية وعقلية ممثلة في الروافع والماكينات، والثورة الصناعية الثانية قد أعفته من القيام بالأعمال الروتينية المكررة فإن الثورة الصناعية الثالثة هي الثورة الخطيرة التي ستفرض السيادة: اقتصادية، عسكرية، سياسية للدول التي تحتكر معطياتها ومقوماتها، لقد فرضت هذه الثورة خصائص النظام العالمي الجديد فلا مكان في الأسواق الدولية لدول تتجاهل الدور الخطير الذي يلعبه التغيير التقني في التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

ويمكننا القول بأنه من الصعب على الدول أن تتخلف عن الركب وتخرج من حلبة السباق والتنافس على امتلاك العلم والتقنية - التي تعتبر أدوات العصر - وتوفير كل الدعائم والمقومات والإمكانيات لذلك. ولا نكون مبالغين إن قلنا إن هناك معالم جديدة لتصنيف الدول Country classification على أساس قدرتها التقنية بداية من دول العالم الأول أو عالم المبدعين، وانتقالًا إلى دول العالم الثاني أو عالم المقلدين، وانتهاءً بدول العالم الثالث أو العالم النامي.

---

(1) د. رشا على الدين – الأبعاد الاقتصادية لتقنيات الهندسة الوراثية في الدول النامية – شبكة المعلومات العربية القانونية – ٢٠٠٦/٣/١١ .

إننا نعيش عصر الثورة التقنية الثالثة، العصر الذي لا نعرف كم من الوقت سوف يستغرق، ذلك لأن الأحداث العلمية تتوالى بسرعة مذهلة وآثارها لا يكاد يدركها خيال. فإنجازات العقد الواحد من هذا العصر تفوق في الكم والكيف والقيمة إنجازات ألوف السنين التي عاشها الإنسان من قبل. ومقدار ما أنفق من أموال يتضاءل إلى جواره كل ما أنفقته الإنسانية Humanity من أموال واستخدمته من إمكانيات قبل السبعينيات من القرن الماضي.

[1] تشمل كلمة الهندسة الوراثية Genetic engineering كلمتين، الهندسة وهي التصميم والتخطيط للوصول إلى هدف معين. والوراثة وهي العلم الذي يهتم بدراسة كيفية انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر كما يُعنى بتفسير التشابه والتباين بين أفراد النوع الواحد في الكائنات الحية.

ويوجد للهندسة الوراثية عدة مفاهيم نذكر منها:

(١) هي القدرة على عزل جين Gene isolation من كائن حي ونقله إلى كائن حي آخر، وبذلك يتم تخليق نباتات وحيوانات مهجنة جينيًا تمتلك الصفات المرغوبة.

(٢) هي القدرة على تكوين اتحادات وراثية جديدة Genetic recombinations، وذلك بخلط جينات معروفة لخلايا معينة مع جزيئات وراثية وتمكينها من التكاثر وإظهار قدراتها الوراثية في التحكم في وظائف الخلايا المضيفة Host cells التي تلقح بها.

(٣) هي تعديل وتحسين وتقنية للكائنات الحية أو تطبيق المبادئ العلمية الهندسية على صناعة مواد الوسائط الحيوية كالكائنات الحية الدقيقة والخلايا الحيوانية أو النباتية.

(٤) هي باختصار حذف أو إضافة Deletion or addition بعض الجينات

(1) منتدى الإمارات – البحوث العلمية – ٢٠٠٥/١/٣١.

المسؤولة عن بعض الصفات في الشخص محل التطبيق .

الأسس التي تقوم عليها الهندسة الوراثية :

(أ) المخزون الجيني الحامل للصفات الوراثية للكائن عن طريق التحكم في مكانه ووظيفته ونقله من مكان إلى آخر .

(ب) التنويع الجيني الذي يؤدي إلى تمكين الإنسان من اختيار نباتات ذات صفات مرغوبة .

(ج) استخدام تقنيات التهجين المخطط حيث أصبح التهجين أسلوبًا لزيادة نمو وإنتاجية المحاصيل والحيوانات .

[1] حتى عام ١٩٧٠ كان إجراء الأبحاث على الحمض النووي DNA من أصعب الأمور التي كانت تواجه علماء الوراثة والكيمياء . وكانت معظم الأبحاث تجري بشكل غير مباشر على الحامض النووي الريبوزي (RNA) أو البروتين . ولكن تحول الحال فأصبح علم الوراثة المتعلق بفحص الـDNA والمعروف بعلم الوراثة الجزيئية Molecular genetics من أسهل العلوم وأكثرها تطورًا حيث أصبح من السهل :

(١) صنع نسخ عديدة من أي جين أو مقطع محدد من الـDNA .

(٢) معرفة تسلسل الأحماض النووية بسرعة تتعدى المئات في اليوم الواحد .

(٣) استكشاف الجينات الموجودة على الكروموسومات وقاموا بتغييرها أو تعديلها بالشكل المطلوب .

(٤) إعادة هذه الجينات المعدلة إلى الخلية وغرسها في الكروموسوم المستهدف .

إنزيمات القطع Restriction enzymes:

كما هو معروف فإن البروتينات موجودة داخل الخلية على شكل قطع منفصلة عن

(1) Bo Jassem - علم الهندسة الوراثية- مركز الأبحاث- القراءات ١- ٨- ١٤٢٦/٤/٢٢ هـ .

بعضها البعض وهذا بالطبع يسهل عملية فصلها عن بعضها بطرق فنية مناسبة. بينما توجد الجينات على الكروموسومات على شكل حبات متصلة ببعضها وليست على شكل قطع منفصلة. وهذا التسلسل والترابط بين الجينات جعل عملية فصل وعزل واستخلاص جين محدد من بقية الجينات مهمة صعبة إن لم تكن مستحيلة قبل عام ١٩٧٠ . ولكن اكتشاف الإنزيمات القاطعة ساعد في عملية استخلاص الجينات وقطع الـDNA ونسخها .

لا شك أن كل كائن حي لديه طرق دفاع مختلفة تحميه من غارات الأعداء وهجوم المعتدين، والبكتيريا هي إحدى هذه الكائنات ولها أعداء كثيرة ومن أهم أعدائها الفيروسات المختلفة. ولذلك تقوم بعض أنواع البكتيريا بإنتاج خمائر (إنزيمات) مهمتها تدمير الفيروسات، من هذه الإنزيمات الإنزيمات القاطعة .

وتقوم هذه القواطع أو المقصات البيولوجية بقص الحمض النووي DNA للفيروس وبذلك يشل عمله ويبطل مفعوله. وبما أن الـDNA مادة موجودة بشكل طبيعي في البكتيريا كما هو الحال في الفيروسات والكثير من الكائنات الحية فإن هذه المقصات قد تشكل خطرًا على البكتيريا نفسها في قصها للحامض النووي الخاص بها . ولكن هذا لا يحدث والسر في ذلك هو قيام البكتيريا بتحوير أجزاء من الـDNA الخاص بها عن طريق إضافة مجموعة Methyl إلى بعض القواعد في الحامض النووي من نوع الأدينين والسيتوسين Methylation at an A or a C residue فلا يستطيع المقص أو القاطع قص الحامض النووي الخاص بها. ويوجد حاليًا أكثر من مائة نوع من هذه المقصات والتي تقسم إلى نوعين رئيسيين :

النوع الأول : يقص شريط الـDNA المزدوج بشكل رأسي مستقيم Blunt ends .

النوع الثاني : يقص شريط الـDNA المزدوج بشكل متعرج Staggered ends وبالتالي يجعل طرفي الـDNA المقطوع مادة قابلة للصق قطعة غريبة من الحامض النووي فيها فينتج لنا قطعة مركبة من قطعتين مختلفتين من الـDNA وهذه القطعة تسمى DNA مهجن أو Recombinant DNA .

كيف يتعرف الإنزيم القاطع على المكان المفترض أن يحدث القطع فيه؟

كل إنزيم قاطع عبارة عن مقص خاص لقطع الـDNA في نقطة محددة. ويتعرف هذا الإنزيم على مكان القطع حسب تسلسل الـDNA للقطعة، حيث يقطع عند تسلسل محدد. فمثلًا الإنزيم القاطع HPa 1 يقطع عندما يجد ٦ من النيوكليتيدات في التسلسل (GTTAAC) بينما الإنزيم القاطع EcoR 1 يقطع عندما يجد ٦ من النيوكليتيدات في التسلسل (GAATTC). وسمي Hpa 1 بهذا الاسم لأنه يوجد في بكتيريا الهيموفيلس بارا أنفلونزا (Hemophillus parainfluenzae) وهذا الإنزيم يقطع بشكل رأسي مستقيم. بينما إنزيم EcoR 1 مأخوذ من بكتيريا Escherichia coli وهو من الإنزيمات التي تقطع بشكل متعرج .

القطع المحددة Restriction fragments:

عندما يضاف الإنزيم القاطع إلى محلول به شريط من الـDNA فإنه يقطعه إلى عدة قطع وليس إلى قطعتين فقط، وكل قطعة مقطوعة بالإنزيم تسمى قطعة محددة، ويختلف طول هذه القطع على حسب المسافة التي بين كل مقطع وآخر. ويجب أن تكون كل قطعة محددة لها نفس الحجم في كل نوع من أنواع الكائنات الحية، وذلك يعني أن جميع الناس لديهم قطعة محددة يقطعها الإنزيم القاطع Hpa 1 في الكروموسوم رقم ٢ . ويمكن التأكد من ذلك بتحليل قياس لهذه القطعة بتقنية حركة الـDNA الكهربائية على الجيل Gel electrophoresis ، فإن وجد إنسان ليس لديه نفس الحجم المفترض للقطعة ففي هذه الحالة نستنتج أن هذا الشخص لديه طفرة (تغير في تسلسل الـDNA) في أحد الأماكن التي كان من المفترض أن يقصها الإنزيم فلم يتم القطع فيها . وبذلك فإن حجم القطعة قد اختلف وتعرف هذه الظاهرة عند علماء الوراثة بتفاوت القطع المحددة المصحوب بطفرة Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) .

معرفة التسلسل النووي DNA sequence:

لا شك أن العلماء يحتاجون إلى معرفة التركيبة التسلسلية لكل جين وهذا يمكنهم من معرفة المزيد عن البروتين الذي يصنعه ذلك الجين وعن التركيبة التنظيمية لعمله وقد يصلون على ضوئه إلى معرفة الأمور التي تتحكم في هذا العمل. كما أنه بمعرفة التسلسل النووي للجين يمكن مقارنته بالجينات التي سبق اكتشافها وهذا قد يعطي معلومات كثيرة عن وظيفته. وهناك طريقتان أساسيتان لمعرفة التسلسل النووي لأي قطعة من الـDNA .

الأولى: الطريقة الإنزيمية .

الثانية: الطريقة الكيميائية.

ولقد طغت الطريقة الأولى حتى أصبحت هي الطريقة الأكثر استعمالًا .

الطريقة الإنزيمية Enzymatic method:

يطلق على هذه الطريقة أيضًا طريقة سنجر Sanger procedure نسبة إلى د. فريدريك سنجر الذي أسس هذه الطريقة، وهي تعرف التسلسل عن طريق دي ديوكسي، وترتكز هذه الطريقة على أن شريط الحامض النووي (DNA) مبني في الأساس من جزيئات من الديوكسي .

يختلف الديوكسي نيوكليوتيد عن دي ديوكسي نيوكليوتيد بأنه يوجد على ذرة الكربون الثالثة من حلقة السكر الريبوزي مجموعة مؤكسدة أي مجموعة هيدروكسيل (OH) وذرة الكربون هذه هي التي ترتبط بذرة الكربون الخامسة من حلقة السكر الخماسية من النيوكليوتيدة التي تليها وهكذا يتم الترابط لتكون شريطًا طويلًا من الـDNA، بينما في الدي ديوكسي نيوكليوتيد يوجد على ذرة الكربون الثالثة من السكر الريبوزي ذرة هيدروجين (H). وقد استفاد د. سنجر من هذه الخاصية فبدل الجزئ من OH إلى H عن طريق إضافة دي ديوكسي نيوكليوتيد (ddNTPs) بدلًا من ديوكسي نيوكليوتيد (dNTPs) وذلك عن طريق نسخ الشريط مرة أخرى وهذا يؤدي إلى توقف ترابط الجزيئات ويكون في طرف كل جزئ نوع واحد من دي ديوكسي نيوكليوتيد .

ذكر سنجر أن للنوتيدات الطبيعية نقطة نمو، موقع على الجزئ يقوم فيه إنزيم البلمرة بوصل النوتيدة التالية في السلسلة، ومن الممكن أن نشكل نوتيدات اصطناعية تسمى نوتيدات الدي ديوكسي عندما يقوم إنزيم البلمرة بوصل مثل هذه النوتيدة إلى سلسلة تنمو، فإن نموها يتوقف. جعل سنجر من نوتيدات دي ديوكسي علاماته المشعة.

الخطوات الأساسية لهذه الطريقة:

(١) القيام بنسخ الـDNA (DNA cloning) وذلك على النحو التالي:

(أ) أضف إلى عينة الـDNA المراد نسخة قطع من البريمر (Specific primer) والذي سوف يلتصق بالـDNA ومعرف (ملتصق بطرفه) بعنصر مشع.

(ب) قسم العينة على أربعة أنابيب اختبار واكتب عليها الأسماء التالية (dGTP، dATP، dCTP، dTTP and).

(ج) أضف إلى كل أنبوبة إنزيم البوليميريز DNA polymerase.

(د) أضف إلى كل أنبوبة نوعًا واحدًا من الدي ديوكسي نيوكليوتيد حسب اسم الأنبوب. وأضف معه كمية من ديوكسي نيوكليوتيد حينئذ يحدث التفاعل ويبدأ البريمر ببناء وتركيب ورص هذه النيوكليوتيد. وعند إضافة دي ديوكسي نيوكليوتيد فإن الشريط يتوقف عند هذه النقطة. ثم يحدث تفاعل آخر لنسخ شريط آخر وعند إضافة دي ديوكسي نيوكليوتيد يتوقف التفاعل وهكذا تستمر العملية وينتج في النهاية قطع منسوخة متفاوتة الطول في كل أنبوب اختبار.

(٢) أضف كمية من كل أنبوب في حقل خاص على لوح الأجاروز ثم أمرر تيار كهربائي Electric current فتظهر على طول لوح الأجاروز القطع المنسوخة والمتفاوتة الأطوال وكل حقل يعطيني ترتيب معين للقطع.

(٣) يعرض لوح الأجاروز للأشعة Autoradiography لكي يتسنى رؤية الـDNA الذي عليه مادة مشعة.

(٤) ابدأ بقراءة لوح الأجاروز من أسفل إلى أعلى وكلما تمر على نسخة من الـDNA اعرف ترتيب ونوع الدي ديوكسي نيوكليوتيد الذي في طرفه واستمر في القراءة إلى أن ينتهي لوح الأجاروز .

ولتسهيل عملية القراءة استخدم الكمبيوتر لكي يقرأها بشكل آلي وذلك بتعريض لوح الأجاروز إلى أشعة ليزر، وعن طريق وحدة استشعار ومضخم للنبضات Photomultiplier يستطيع الكمبيوتر أن يحدد نوع الدي ديوكسي نيوكليوتيد ثم يرتبها ويطبعها ويعطيك رسمًا بيانيًا لأماكن كل نيوكليوتيد وبالألوان. ولا تستخدم المواد المشعة في القراءة الآلية بالكمبيوتر بل يستعاض عنها بمادة مضيئة توضع على البريمر على أن يكون لكل دي ديوكسي نيوكليوتيد لون مختلف عن الآخر (أي أربعة ألوان من المادة المضيئة) وبذلك يمكن أن تمر جميع القطع في ممر واحد .

ونظرًا إلى أن جهاز الكمبيوتر قابل للخطأ فإنه يلزم التدقيق والمراجعة لتفادي حدوث الأخطاء. ولقد قامت أجهزة كمبيوتر عملاقة تعمل على مدار الساعة وتحت مظلة مشروع الجينوم البشري Human genome بالكشف عن ٩٩٪ تقريبًا من التسلسل النووي لكل الـDNA الموجود في الإنسان، وقد سبق ذلك الكشف الكشف عن التسلسل النووي لكثير من الكائنات الحية والعمل جاري لمعرفة المزيد .

ثانيًا: ناقلات الكلونة: Cloning vectors [1]

هي في الغالب فيروسات أو قطع من الحامض النووي موجودة في البكتيريا ، كما أن هناك أنواع صناعية تم صنعها في المختبرات الطبية وهي في العادة مواد شبه صناعية لأنها في الأصل مصنعة من مواد موجودة في الطبيعة ويمكن تقسيم الناقلات على النحو التالي :

(ا) البلازميد: Plasmid

البلازميد من أشهر الناقلات، وهو عبارة عن قطعة صغيرة من الحامض النووي

(1) أ.د. محمد كمال البحر- أ.د. فؤاد عبدالرحيم أحمد - د. محمود محمد صقر- التكنولوجيا الحيوية النباتية- زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية- ١٩٩٩ .

موجود في البكتيريا خاصة E.coli وبعض أنواع الخميرة ولديه القدرة على التكاثر الذاتي وبمعزل عن بقية الكروموسومات الموجودة في الخلية، شبيهة بالفيروس الصغير ولكنها لا تحتوي على طبقة خارجية من البروتين. كما أن هناك بلازميدات تستطيع التكاثر داخل البكتيريا والخميرة في آن واحد. ويوجد نوعان من البلازميد على حسب نوع الحامض النووي فيها فتوجد بلازميدات من الـDNA وبلازميدات من الـRNA، كما أن منها الكبير ومنها الصغير، ومنها ما لا يحتوي على أي جين بينما هناك أنواع كبيرة تحتوي على عدة جينات بالإضافة إلى وحدة التكاثر الذاتي الموجودة عليه، وهي مفيدة للعلماء في عملية نسخ الجينات Gene cloning والقطع النووية، وقد يوجد على البلازميد جين خاص يقاوم المضادات الحيوية كالأميسيلين والتراسيكلين.

وهذه الجينات الحامية من المضادات الحيوية تساعد في التعرف وعزل البكتيريا التي تحتوي على البلازميد الذي عليه الجين المطلوب استنساخه. ويعتقد نظريًّا أن الفيروسات المنتشرة كانت في الأصل بلازميدات ثم اكتسبت غلاف بروتيني خارجي External protein coat وأصبحت فيروسات.

تقسيم البلازميدات تبعًا للصفة التي يحملها البلازميد:

(١) بلازميدات المقاومة: Resistance plasmids

وهي بلازميدات تحتوي على جينات مقاومة المضادات الحيوية مثل معظم البلازميدات الشائعة في مجالات البحث.

(٢) بلازميدات سامة Toxic plasmids

حيث تحتوي بكتيريا Bacillus Thuringiensis (BT) على بلازميدات بها جينات مسؤولة عن تكوين بعض البروتينات (السموم) التي تقتل بعض الكائنات الحية.

(٣) البلازميدات الممرضة: Virulent plasmids

تحتوي هذه البلازميدات على جينات تسبب أمراضًا للنبات كما في بكتيريا Agrbaocterium tumefaciens والتي تسبب مرض السرطان Crown gall في

النبات لاحتوائها على Tumor inducing gene (Ti) .

(٤) البلازميدات المحللة : Degradative plasmids

حيث تحتوي بعض أنواع البكتيريا على بلازميدات بها جينات لها القدرة على تكسير (تحليل) البلمرات مثل الهيدروكربون (زيت البترول) إلى وحدات البناء الأولى وتستخدمها كمصدر للكربون، ولذلك تستخدم هذه الأنواع في التخلص من التلوث بالبترول Petroleum contamination ومشتقاته .

الأساس النظري لتنقية البلازميدات وكيفية فصلها عن الـDNA الكروموسومي للبكتيريا :

(١) حجم أكبر أنواع البلازميدات لا يزيد عن ٨٪ من حجم باقي الـDNA الكروموسومي .

(٢) اختلاف البلازميدات والـDNA في الشكل الفراغي Vacuum shape، عند تكسير الخلايا وخروج محتوياتها فإن البلازميدات تلتف حول نفسها في الفراغ وتأخذ الشكل الحلزوني، وبناءً على الاختلافات في الشكل والحجم فإنه في حالة عزل الـDNA يجب أن تتم هذه العملية باحتياط شديد بحيث لا تتقصف أشرطته، حيث إن البلازميدات صغيرة جدًا مقارنة بأشرطة الـDNA التي تكون طويلة ومتشابكة وبالتالي يمكن فصلها بالطرد المركزي Centrifugation، حيث تترسب خيوط الـDNA مع بقايا الخلية والجدار الخلوي Cell wall في القاع وتبقى البلازميدات في الطبقة المائية العلوية، ولحسن الحظ أن الـDNA الكروموسومي يكون عادة ملتصق بالجدار الخلوي للخلية البكتيرية مما يسهل عملية الفصل (Brown,1988) .

(٣) من المعروف نظريًا أنه عند درجة حامضية pH = 12 فإن الـDNA الكروموسومي يتفكك في حين لا يتأثر البلازميد حيث تتكسر الروابط الهيدروجينية في الـDNA وتتحول الخيوط المزدوجة إلى خيوط مفردة وتعرف هذه العملية بـAlkaline denaturation، وبإضافة حامض في مثل هذه الظروف فإن الخيوط المفردة ستتجمع

مرة ثانية بالروابط الهيدروجينية وتسمى هذه العملية DNA renaturation وتتكون شبكة من الـDNA تفصل بسهولة بالطرد المركزي .

[1] (ب) الناقلات الفيروسية: Viral vectors

إن أشهر هذه الأنواع هي الفيروسات البكتيرية المعروفة بالفاج (Phage). وهي عبارة عن قطعة من الـDNA مغطاة بغلاف بروتيني Protein coat ومن أشهر أنواعه ما يسمى بالفاج لمبدا (Lambda phage) وهو فيروس موجود في E.coli . ولقد حورت هذه الفيروسات لكي تستطيع حمل كمية أكبر من الـDNA . فعلى سبيل المثال فإن الكوزميد (Cosmid) عبارة عن تهجين قطعة من الـDNA تسمى اللاصقة Cohesive sequence تعرف مختصرة بالكوز Cos sequence من فاج لمبدا مع بلازميد، والباك الفيروسي المسمى بكروموسومP1 الصناعي P1(-derived Artificial Chromosome/PAC) وهو عبارة عن تحوير للفاج P1 (P1 Bacteriophage) وإضافته إلى البلازميد .

Cos sequence from Lambda phage + plasmid ⟶ Cosmid

P1 phage + plasmid ⟶ PAC

(ج) الناقلات الكروموسومية الصناعية: Artificial chromosomal vectors

نظرًا للحاجة إلى نقل أحجام كبيرة من الـDNA فقد قام بعض العلماء بتحوير بعض الناقلات الطبيعية لكي تقوم بهذه المهمة. وتوجد حاليًا ناقلات توجد فيها القطع الرئيسية على شكل كروموسوم، ومن هذه الأنواع ما يعرف بالياك أو كروموسوم الخميرة الصناعي (Yeast Artificial Chromosome/YAC) وهو عبارة عن قطعة من الـDNA مترابطة وتحتوي على طرفين للكروموسوم (2 Telomeres) ومركز

(1) Bo Jassem - علم الهندسة الوراثية، مركز الأبحاث- القراءات ٨٠١ - ١٤٢٦/٤/٢٢ هـ .

للكروموسوم (Centromere) ومركز للتكاثر (Autonomous Replicating Sequence/ARS) بينما الباك البكتيري (Bacterial Artificial Chromosome/BAC) هو تحوير للبلازميد المعروف ببلازميد تناسل بكتيريا E.coli (Modified E.coli Fertility plasmid-factor) .

حجم الـDNA الذي يستطيع الناقل حمله:

(١) Standard plasmid 0-10 Kb .

(٢) Lambda Bacteriophage 0-23 Kb .

(٣) Cosmid 30-44 Kb .

(٤) P1 Bacteriophage 70-100 Kb .

(٥) P1 Artificial Chromosome/PAC 130-150 Kb .

(٦) Bacterial Artificial Chromosome/BAC 300 Kb .

(٧) Yeast Artificial Chromosome/YAC 0.2-2 Mb (Mb = Megabase = 10^6 base) .

الشروط الواجب توافرها في الناقل:

الجزئ الناقل جزئ مساعد يحمل الجين المرغوب إلى الخلية ثم يساعد في أن يضاعف الجين نفسه. وهو عبارة عن قطعة صغيرة من الـDNA يمكنها أن تضاعف نفسها بكفاءة داخل الخلية ويجب أن يتوفر فيه ما يلي:

(١) يجب أن يكون الناقل قطعة صغيرة من الـDNA لأن القطع الكبيرة لا يسهل التعامل معها في الأنبوب .

(٢) يجب أن يكون ذات كفاءة عالية في التضاعف لأننا سنحتاج قدرًا كبيرًا منه .

(٣) يحتاج إنزيم بلمرة الـDNA إلى إشارة معينة تبين مكان البدء كي نتلافى

التشويش الذي يحدث إذا ما وجد جزيئان من إنزيمين لبلمرة الـDNA يحاولان النسخ في اتجاهين متضادين لنفس الجزئ .

وحتى عندما نحصل على الـDNA المطلوب فسيبقى أن نربطه بالناقل الملائم وأن نضع منشطًا Promoter في بدايته إذا كنا نريد صناعة بروتين، وأن نولج الـDNA في بكتيرة ثم نعثر على البكتيريا التي استوعبته قبل أن نحصل على أي منتج بروتيني أو أي قدر من الجين النقي الذي نبحث عنه .

المادة الوراثية المطلوب نقلها والكائن المنقول إليه هذه المادة:

(أ) لا بد أن نكون على دراية كاملة بالكيمياء الفراغية لكل مركب كيميائي داخل الجزئ الذي نتعامل معه .

(ب) معرفة التسلسل الشفري للجين المراد نقله والكائن المنقول إليه .

(ج) الإحاطة بالصفات المطلوب تطويرها في الكائن الجديد .

(د) معرفة الخريطة الكاملة للترتيب الجيني في كل من الكائن الذي سنأخذ منه هذا الجين والكائن الذي سننقل إليه، لأن الجين المنقول لا بد أن يدخل في منطقة معينة من التسلسل الجيني لعدم حدوث اضطرابات تحت خلوية .

وعملية التحوير أو نقل الجين تعني إضافة شفرة جديدة مسؤولة عن وظيفة معينة تكتسبها السلالة الجديدة دون التغيير في الترتيب الشفري لها وتنتقل هذه الصفة كصفة مكتسبة للجيل الثاني .

بعض تقنيات الهندسة الوراثية: [1]

(ا) تهجين الأحماض النووية: Nucleic acid hybridization

من المعروف علميًا أنه برفع درجة حرارة جزئ الـDNA إلى 100° م تتكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد النيتروجينية المتزاوجة في شريطي هذا الجزئ ويتكون بذلك شريطان مفردان غير ثابتين، وعند خفض درجة الحرارة فإن الأشرطة المفردة تفضل الوصول إلى حالة الثبات عن طريق تزاوج كل شريط مع الشريط الآخر لتكون اللولب المزدوج Double helix. ويمكن لأي شريطين من الـDNA أو الـRNA تكوين شريط مزدوج إن وجد بهما تتابعات مكملة ولو قصيرة من القواعد النيتروجينية، كما يمكن قياس شدة الالتصاق بين شريطي جزئ الـDNA بمقدار الحرارة اللازمة لفصل الشريطين عن بعضهما، وبالتعبير الرياضي فإن: شدة الالتصاق= درجة حرارة الفصل. وبالتالي فإن العلاقة بين شدة الالتصاق ودرجة حرارة الفصل علاقة طردية .

ويمكن إنتاج لولب هجين من أشرطة منفردة للـDNA أو RNA عند مزج الأحماض النووية من مصدرين مختلفين (نوعين مختلفين من الكائنات الحية) ثم ترفع درجة حرارة الخليط إلى 100° م ثم يسمح للخليط أن يبرد فتتكون بعض اللوالب المزدوجة الأصلية وعدد من اللوالب المزدوجة الهجين (شريط مفرد من المصدر الأول وشريط مفرد من المصدر الثاني)، مع ملاحظة وجود تكامل بين القواعد النيتروجينية لكل من الشريطين، ويمكن استخدام الـDNA المهجن في :

(١) الكشف عن جين ما في المحتوى الجيني وفي أي مكان يوجد هذا الجين وذلك بخلط الـDNA الهجين مع العينة غير المعروفة .

(٢) الاستدلال على وجود الجين وعدد نسخة في الخليط بالسرعة التي تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة .

---

(1) د. عبدالباسط الجمل - أسرار علم الجينات- ١٩٩٧ .

(٣) معرفة العلاقة التطورية Evolutionary relationship بين الأنواع المختلفة، فكلما كانت العلاقة التطورية أقرب بين نوعين كلما تشابه تتابع نيوكليتيداتهما بالـDNA وكلما زاد التهجين بينهما .

[1] **(ب) الاستنساخ الحيوي للحامض النووي DNA:**

هناك طريقتان رئيسيتان للنسخ :

(١) النسخ عن طريق استخدام الخلايا الحية Cell-based DNA cloning .

(٢) النسخ عن طريق غير الخلايا الحية Cell-free DNA cloning وذلك باستخدام تفاعل البوليميريز التسلسلي Polymerase Chain Reaction (PCR).

نكتفي هنا بالنسخ عن طريق استخدام الخلايا الحية :

يرتكز النسخ باستخدام الخلايا الحية على الخطوات التالية :

(١) تصميم قطعة مهجنة من الـDNA المراد نسخه وDNA من ناقل :

يعتمد النسخ باستخدام الخلايا الحية على قدرة القطعة المراد نسخها على الانقسام أو التكاثر الذاتي عندما توضع داخل الخلية الحية. ومن المعروف أن قطع الـDNA العادية ليس لها القدرة على ذلك، ولهذا فإن العلماء قاموا بتجاوز هذا الأمر بأن أدخلوا القطعة التي يريدون نسخها في أحد النواقل المعروفة بقدرتها على التكاثر الذاتي. وبغض النظر عن نوع الناقل فإن طريقة إدخال قطعة الـDNA المراد نسخها إلى الناقل تقريبًا واحدة وهي كما يلي :

* بعد أن يتم تحديد القطعة المراد نسخها يضاف إليها إنزيم قاطع محدد فيقوم هذا الإنزيم بقطع الـDNA في مكان محدد حسب التسلسل النووي .

---

(1) Bo Jassem - علم الهندسة الوراثية، مركز الأبحاث- القراءات ٨٠١ - ١٤٢٦/٤/٢٢ هـ .

* يضاف نفس الإنزيم للناقل والذي يقوم بقطعه أيضًا في نفس التسلسل النووي .

* تضاف القطعة المراد نسخها بعد قطعها بالإنزيم القاطع إلى الناقل المقطع. فتتداخل التسلسلات النووية بين الناقل وبين قطعة الـDNA المراد نسخها، فتنشأ قطعة مهجنة منهما معًا. وترتبط قطعة الـDNA بالبلازميد من أطرافها برابطة هيدروجينية وهي رابطة ضعيفة لذلك يضاف إنزيم الـLigase اللاصق لكي يقوي هذه الرابطة.

إن أكثر الناقلات استخدامًا هي البلازميدات ولكن يمكن استخدام الفاج أو الياك أو أي ناقل آخر. والذي يحدد نوع الناقل المراد استخدامه هو حجم القطعة المراد استنساخها، ففي حالة القطع الصغيرة يستخدم البلازميد أو الفاج بينما يستخدم الياك أو الباك في حالة القطع الكبيرة .

(٢) نقل القطعة المهجنة إلى خلية حية :

في الغالب تستعمل البكتيريا خاصة النوع المعروف E.coli في عملية الزراعة وذلك لسهولة إدخال الناقل إليها، وإلى سرعة انقسامها (تنقسم البكتيريا تقريبًا كل ٢٠ دقيقة)، إضافة إلى توفر طرق الاختيار خاصة التي تعتمد على خاصية الحماية من المضادات الحيوية. ويدخل البلازميد أو الفاج تلقائيًا إلى داخل البكتيريا بينما الناقلات الأخرى تحتاج إلى مساعدة، وذلك بتغيير تركيز الأملاح Salt concentration المحيطة بالبكتيريا أو تُعرَّض إلى نبضة كهربائية لكي يسمح الجدار المحيط بالبكتيريا بدخولها، ومن طبيعة البكتيريا والبلازميد أنها تنقسم تلقائيًا وبشكل سريع .

(٣) اختيار المستعمرات البكتيرية التي تحتوي على القطعة المهجنة :

مع تكاثر الخلايا البكتيرية والبلازميد الذي بداخلها ينتج لدينا أعدادًا كثيرة من المستعمرات البكتيرية Bacterial clones بها البلازميد المهجن ولكن قد يحتوي الطبق الذي زرع فيه البكتيريا على بعض البكتيريا التي لا تحتوي على هذا البلازميد، ويتم التعرف عليها باستعمال ناقلات عليها جينات واقية من المضادات الحيوية كالجين الواقي من المضاد الحيوي أمبيسلين أو التراسيكلين وغيرها، والذي يمنع تكاثر أي

خلية بكتيرية لا تحتوي على البلازميد المهجن .

(٤) استخلاص القطع المهجنة واستخراج الـDNA منها :

بعد التعرف على المستعمرات التي تحتوي على البلازميد المهجن فإنه يمكن نقلها إلى طبق جديد ويحافظ عليها وتغذى لكي تستمر في التكاثر .

[1] تحرر البلازميدات من الخلايا البكتيرية بعد تكسيرها ، ويتم إطلاق الجينات الموجودة بالبلازميدات باستخدام نفس إنزيم القصر السابق استخدامه، ثم عزل الجينات باستعمال تكنولوجيا الطرد المركزي المفرق، فيصبح لدينا كمية كافية من الجين أو قطع الـDNA المتماثلة.

[2] ويستفاد من القطع المنسوخة في إنتاج مكتبة من الـDNA (DNA library) أو معرفة التسلسل النووي لها . كما يمكن تحوير هذه العملية بحيث يحتوي البلازميد على قطعة من cDNA ومن ثم تحوير المراحل الأخيرة من الزراعة لإنتاج بروتين بدلًا من الـDNA وهذه الطريقة هي التي تستعمل في إنتاج بعض الهرمونات كهرمون النمو .

(جـ) التفريد الكهربي للأحماض النووية: Nucleic acid electrophoresis

مما يسهل عملية التفريد الكهربي للأحماض النووية أن النيوكليتيدات المكونة لها تكون مشحونة بشحنات سالبة ويتم التفريد كالآتي :

(١) شظايا الـDNA التي يقل طولها عن ٥٠٠ نيوكليتيدة يمكن فصلها عن بعضها حسب طولها حتى ولو اختلفت عن بعضها في الطول بنيوكليتيدة واحدة بواسطة جيل الـPolyacrylamide المناسب .

(٢) يستخدم جيل الأجاروز في فصل شظايا الـDNA الأكبر طولًا والذي تسمح

(1) د. عبدالباسط الجمل - أسرار علم الجينات- ١٩٩٧ .

(2) Bo Jassem - علم الهندسة الوراثية- القراءات ٨٠١ - ١٤٢٦/٤/٢٢ هـ .

مسامه الأوسع بمرور مثل هذه الشظايا .

(٣)· تستخدم طريقة الجيل ذو المجال النبضي Pulsed-field gel electrophoresis في فصل جزيئات الـDNA الأكبر طولًا والتي لا يمكن فصلها بالطرق العادية، حيث إن هذه الجزيئات تنفصل في صورة خيط متصل ثعباني الشكل بحيث تتحرك النهايات أولًا على الجيل بصرف النظر عن طولها، وللتغلب على هذه الصعوبة يتم إحداث تغيير في المجال الكهربي على فترات دورية متقاربة مما يؤدي إلى دفع الجزيئات لتعديل اتجاهها حتى يمكنها الحركة. وهذه العملية تحتاج لوقت أطول في حالة الجزيئات الكبيرة .

ويمكن بالتهجين مع منقبات كلونات جزيئات الـDNA الخاصة بجين ما التعرف على التابع المكمل Complementary sequence لجزيئ الـDNA على الجيل وبالتالي تحديد الخريطة الوراثية Genetic map للجينات على أحد الكروموسومات وكذا التعرف على حزم الـDNA على الجيل بصبغها بالصبغة المناسبة مثل صبغة Ethedium bromide أو التعليم بأحد النظائر المشعة (P^{32}) قبل بدء التفريد الكهربي أو التصوير بالإشعاع الذاتي Autoradiography .

(د) مكتبة الـDNA؛ DNA library

يمكن باستخدام إنزيمات القصر والأنواع المختلفة لناقلات الكلونة تعبئة الجينوم الكامل لكائن ما في ناقلات، يطلق على هذه المجموعة المكونة من هذه الكلونات المعاد صياغتها اسم المكتبة. ويمكن الحصول على مكتبة الجينوم Genome library بعملية هضم لجزئ الـDNA بإنزيم قطع يتميز بارتفاع معدل نشاطه القطعي مثل Sau III A وبالتالي الحصول على قطع أو شظايا DNA طويلة نسبيًا حتى نضمن سلامة الجينات وعدم حدوث أضرار بها نتيجة القطع .

ويرجع الاختلاف في عدد الشظايا في المكتبات الكاملة لعدد من الكائنات لاختلاف عدد الجينات التي يحملها كل كائن. والحصول على الجينات المرغوبة في

مكتبة الجينوم (البحث عنها بالمكتبة) يستغرق وقتًا طويلًا وقد لا تكون النتيجة مضمونة لوجود شظايا لا شفرية Introns كثيرة وتعرف هذه الطريقة باسم Shot gun .

مكتبة cDNA:

يقتصر الاختيار على تلك التتابعات من الـDNA التي يمكن نسخها على RNA والتي يفترض أنها تمثل جينات معينة وذلك باستخلاص mRNA من الخلايا المتخصصة في إنتاج بروتين معين بكميات كبيرة، ويتم إنتاج نسخ من الـDNA Complementary DNA (cDNA) على قالب Template من mRNA باستخدام إنزيم النسخ العكسي Reverse transcriptase ، ثم يتم تحويل جزيئات الـDNA المفردة السلسلة الناتجة إلى جزيئات مزدوجة بفعل إنزيم بلمرة الـDNA (DNA poly 1)، ثم إدخال هذه الجزيئات إلى بلازميد حيث تكلون وتسمى المجموعة الكاملة للكلونات المشتقة من تحضير جزئ واحد من mRNA مكتبة الـDNA المنسوخ cDNA library .

مقارنة بين مكتبة الجينوم ومكتبة cDNA:

(١) كلونات الجينوم تمثل عينة عشوائية من جميع تتابعات الـDNA في كائن ما . أما كلونات cDNA تحتوي على المناطق التي يتم نسخها إلى mRNA وهي مناطق الـExons .

(٢) كلونات الجينوم تكون متشابهة أما في مكتبة cDNA ستختلف الكلونات بالطبع عن بعضها حسب نوع أو طراز الخلايا المستخدمة لتحضير المكتبة .

[1] (هـ): DNA معاد الاتحاد:

(١) تجارب DNA معاد الاتحاد:

إن مفهوم DNA معاد الاتحاد يعني إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حي إلى خلايا كائن حي آخر .

هناك العديد من الأسئلة المثارة حول تنظيم ووظيفة الجين ولا توجد إجابة عنها ، ومع ذلك فإن علماء البيولوجي على دراية كافية بكيفية استغلال الجينات للوصول إلى النتائج المرغوب فيها ، ولقد شهدت السنوات الأخيرة فيضًا من الإنجازات العظيمة في تكنولوجيا DNA معاد الاتحاد .

ويأمل بعض علماء الهندسة الوراثية في أن يأتي الوقت الذي يمكن فيه إدخال نسخ من جينات طبيعية إلى بعض الأفراد المصابة بعض جيناتهم بالعطب ، ومن ثم نمحو عنهم المعاناة، ونعفيهم من الاستخدام المستمر للعقاقير والمواد الكيميائية التي تزيل التأثير المرضي من الجسم وتولد فيه تأثيرًا مرضيًّا آخر ، أي سيعمل العلماء على علاج النقص الوراثي Genetic deficiency الناتج عنه حدوث مرض ما .

ويعقد العلماء آمالًا كبيرة على أن يؤدي استبدال الجينات Gene substitution المرضية بأخرى سليمة يومًا ما إلى منع الإصابة بالعديد من أنواع الأورام الخبيثة، وبالرغم من هذه الفوائد الجمة من هندسة الجينات إلا أنها سلاح ذو حدين، فهذه التكنولوجيا البيولوجية الخطيرة - الهندسة الوراثية - ستكون مدمرة إذا استخدمت لتحقيق كل الأغراض دون وضع قانون يحدد للباحثين الوراثيين دورهم الذي لا يجب أن يتعدوه أو يتجاوزوه، ونتيجة لذلك ظهر فريق يشجع المضي قدمًا في هذا العلم لما سيحققه من آمال وما سيزيله من آلام البشرية ، وفريق آخر يرى الوجه الأسود المدمر لهذا العلم فيما يعرف بالحرب البيولوجية Biological warfare ، ويطالب فورًا بوقف

(١) أ.د. محمد كمال البحر - أ.د. فؤاد عبدالرحيم أحمد - د. محمود محمد محمد صقر - التكنولوجيا الحيوية النباتية - زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية - ١٩٩٩ .

تجارب DNA معاد الاتحاد .

(٢) تطبيقات DNA معاد الاتحاد: [1]

إن مجال تقنية DNA معاد الاتحاد مجال ممتد، ولكنه قد يحقق آمال البشرية Human hopes في نواحي كثيرة وقد يزيد من آلام البشرية في حالات أخرى، ومن هذه الاستخدامات المفيدة لتقنية DNA معاد الاتحاد ما يلي :

* تشخيص الخلل الوراثي Genetic defect قبل أو بعد الولادة .

* تحضير لقاحات Vaccines أكثر أمانًا عن طريق تحضير عينة من مسبب المرض (الميكروب) .

* تشخيص الأمراض المعدية Diagnosis of infectious diseases مثل الالتهاب الكبدي الوبائي Hepatitis B Virus .

* إنتاج مركبات كيميائية عن طريق تسخير بعض الكائنات الحية .

* التخلص من المخلفات العضوية الناشئة عن الصناعة .

* إنتاج إنزيمات تستخدم في صناعة الألبان بدلًا من تلك التي يحصل عليها من صغار الأبقار والجاموس بعد ذبحها .

طرق نقل الجينات Methods of gene delivery to plant cell [2]

(أ) النقل الوراثي باستخدام الأجروباكتيريم: Agrobacterium-mediated transformation

الأجروباكتيريم بكتيريا موجودة في التربة تتبع عائلة الريزوبيا ولهذه البكتيريا Agrobacterium tumefaciens تأثير ممرض وتسبب أورامًا سرطانية للنبات أو

---

(1) د. عبدالباسط الجمل - أسرار علم الجينات- ١٩٩٧ .

(2) أ.د. محمد كمال البحر- أ.د. فؤاد عبدالرحيم أحمد - د. محمود محمد صقر- التكنولوجيا الحيوية النباتية- زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية- ١٩٩٩ .

ما يسمى بالـCrown galls كما تسبب بكتيريا Agrobacterium rhizogenus مرض الجذور الشعيرية Capillarity root disease .

[1] وتصيب البكتيريا الأولى والثانية طبيعيًا ما يزيد على مئة نوع من أنواع النباتات وتسبب بها نموات شاذة. إنهما في الواقع مهندسان وراثيان طبيعيان .

وتوجد ثلاث طرق أساسية للحصول على نسيج نباتي محور:

الأولى: يجرح نسيج الساق ويلقح بالأجروباكتيريم إما بالحقن أو بدهان السطح المجروح أو المقطوع بمحلول يحمل البكتيريا .

الثانية: إزالة الجدار الخلوي للخلايا (خلايا عادية أو بروتوبلاست) ويترك البروتوبلاست يومًا أو يومين حتى تبدأ الجدر في التشكل ثانية ثم نضيف الأجروباكتيريم.

الثالثة: تلقح قطعًا من النسيج النباتي بمحلول يحمل البكتيريا في طبق بتري .

وطريقة نقل الجينات باستخدام الأجروباكتيريم كحامل طريقة مجهدة، كما أن هذه البكتيريا لا تصيب طبيعيًا أنواع النباتات من ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledone التي تضم محاصيل الحبوب كالأرز والقمح والذرة وعائلة الأبصال، إلا أن بعض الشركات مثل شركة Sandos وهي الآن جزء من شركة Novartis قد تجاوزوا جزئيًا هذه المشكلة في أواخر الثمانينيات، إلا أن هذه الطريقة فعالة بحق في محاصيل ذوات الفلقتين Dicotyledones مثل البطاطس والطماطم وفول الصويا وبنجر السكر .

[2] وكان العالمان Smith and Townsend أول من اكتشفا مرضي Crown galls and capillarity root عام ١٩٠٧ حيث لاحظا وجود ورم نباتي في التفاح

(1) ستيفن نوتنجهام- طعامنا المهندس وراثيًا- ترجمة: أ. د/. أحمد مستجير- ٢٠٠٥ .

(2) أ.د. محمد كمال البحر- أ.د. فؤاد عبدالرحيم أحمد - د. محمود محمد صقر- التكنولوجيا الحيوية النباتية- زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية- ١٩٩٩ .

تسببه البكتيريا، وبعد أكثر من سبعين سنة وبالتحديد في عام ١٩٧٧ اكتشف Chilton ومساعدوه أن سبب تكوين الأورام هو انتقال تتابع من الحامض النووي من البكتيريا إلى الخلية النباتية. بمعنى أن الجين المأخوذ من كائنات أولية بدائية الأنوية Prokaryotic وهي البكتيريا قد اندمج وعبر عن نفسه في كائنات راقية حقيقية الأنوية Eukaryotic وهو النبات .

وتحتوي الأجروباكتيريم على بلازميد كبير الحجم هو (Ti) كما في حالة A.tumefaciens و(Ri) كما في حالة A.rhizogenus وبنظرة سريعة على الخريطة الوراثية الخاصة بالـTi بلازميد نجد أنه يحتوي على عدد من المناطق الرئيسية وهي:

(١) منطقة منشأ التضاعف: Origin of replication .

(٢) الجين المسؤول عن التزاوج: Conjugation gene .

(٣) الجين المسؤول عن عمليات الأيض للمركبات التي تستخدم كمصدر للكربون والنيتروجين مثل الـNopaline والـOctopine وهي سكريات أمينية .

(٤) المنطقة الممرضة.

(٥) منطقة T-DNA: وهي التي تنتقل إلى الخلية النباتية بطريقة مماثلة للتزاوج وذلك بمساعدة المنطقة الممرضة والأخيرة هي التي تحدد العائل المناسب للبكتيريا، وتنتقل الـT-DNA إلى الخلية النباتية بغض النظر عن المعلومات الوراثية التي تحملها، وغالبًا ليس لها دور في عملية نقل الـTi بلازميد إلى الخلية النباتية وهذه ميزة الأجروباكتيريم حيث يمكن نزع هذه المنطقة من البلازميد وتركيب قطعة جديدة من الـDNA تحمل معلومات وراثية (جين) مهمة ومطلوبة. ومنطقة الـT.DNA محصورة بتتابعات من جهة اليسار تعرف بالـLeft border ومن اليمين وتعرف بالـRight border، ومما هو جدير بالذكر أن عملية النقل يمكن أن تتم بكفاءة إذا حدث تغيير أو تحطيم الـLeft border ولكن الـRight border هي منطقة أساسية وحيوية لحدوث

النقل الوراثي، وهذا يجب أخذه في الاعتبار عند تشييد بلازميد مهندس وراثيًا لأهداف النقل الوراثي .

(ب) النقل المباشر: Direct gene transfer

منذ أكثر من عشرين عامًا أجريت محاولات عديدة لنقل البلازميد إلى الخلية النباتية مباشرة دون الحاجة إلى استخدام عائل حيوي وسيط مثل الأجروباكتيريم أو الفيروس ولعل أول تجربة ناجحة على النقل المباشر إلى البروتوبلاست كان في عام ١٩٨٢ (Darper, etal. 1982)، والنقل المباشر يتطلب وجود الخلية النباتية في صورة البروتوبلاست وبالتالي نتخلص من أول عائق ميكانيكي Mechanical hindrance (الجدار الخلوي) يمنع وصول البلازميدات إلى داخل الخلية النباتية، بعد إزالة الجدار الخلوي يتبقى غشاء البلازما Plasma membrane وهو تكوين من البروتين والدهون. وتوجد العديد من الطرق لإحداث ثقوب أو خلل في تركيب هذا الغشاء مما يسمح بمرور الجزيئات كبيرة الحجم مثل البلازميدات .

(جـ) دمج البروتوبلاست: Protoplast fusion

يحدث اندماج البروتوبلاست بطريقتين :

* بمساعدة الكيماويات - دمج كيماوي Chemical-induced fusion .

* بمساعدة تيار كهربي مستمر وتعرف هذه العملية بالدمج الكهربي Electrofusion .

وفي كلتا الحالتين يتكون هجين جسمي Somatic hybrid يحتوي على جميع الصفات الموجودة في النباتين (المعطي والمستقبل) بغض النظر عن التوافق الجنسي Sexual compatibility بينهما وهذه إحدى مميزات دمج البروتوبلاست، أما إذا حدث اندماج للبروتوبلاست دون اندماج الأنوية (أي اندماج السيتوبلازم فقط) يتكون ما يعرف بالـCybrid . ويمكن من خلال هذه التقنية نقل أكثر من جين أو نقل الصفات التي يتحكم فيها العديد من الجينات، وهذا يستحيل حدوثه في جميع طرق النقل الوراثي الأخرى .

(د) الحقن الدقيق واستخدام أشعة الليزر في النقل الوراثي:

Microinjection and UV Laser Microbeam-Mediated Transformation:

الحقن الدقيق واستخدام أشعة الليزر هي طرق موجودة بالفعل ولكنها غير عملية في الواقع، وقد تكون أكثر صلاحية في حالة الحيوان أو الإنسان عندما يكون الهدف هو نقل جين لبويضة واحدة أو عدة بويضات على الأكثر حيث إنها طرق مكلفة وتحتاج إلى مهارات خاصة، بالإضافة إلى أنه في حالة النبات نحتاج إلى آلاف من الخلايا المتحولة وراثيًا ومن هذا العدد نحاول استيلاد النباتات الكاملة .

* في حالة الحقن الدقيق Microinjection تستخدم أنبوبة شعرية دقيقة لنقل البلازميدات إلى داخل الخلية .

* فكرة استخدام شعاع الليزر في النقل الوراثي مأخوذة من استخدامه في الجراحة حيث يستطيع شعاع الليزر عمل ثقوب في جدر الخلايا ومن خلال هذه الثقوب تدخل البلازميدات .

(هـ) الثقب الكهربي: Electroporation

في النقل الوراثي باستخدام الثقب الكهربي يتم دخول البلازميدات (DNA المراد نقله إلى الخلية) من خلال نفاذية Penetration غشاء البلازما للبروتوبلاست والتي تزداد نتيجة وجوده في مجال كهربي Electro field ومن ذلك يتضح أن هذا النظام من أنظمة النقل الوراثي يتطلب :

(١) مزارع بروتوبلاست قابلة للتحول إلى كالوس ثم نباتات كاملة .

(٢) مصدر تيار كهربي مستمر يتم من خلاله توليد صدمات كهربية معلومة فرق الجهد (فولت) والسعة (فاراد) والزمن ومزودة بأنبوبة مناسبة بين القطبين (السالب والموجب) لوضع العينة المراد عمل النقل الوراثي لها تحت ظروف معقمة .

(٣) درجة الحرارة: فقد وجدت معظم الدراسات أن حفظ معلق الخلايا Cell suspension أو البروتوبلاست لمدة عشر دقائق بعد عملية النقل عند درجة صفر مئوي تزيد من كفاءة النقل الوراثي .

والخلاصة أن هذه الطريقة مثلى وعملية لولا ضرورة استخدام البروتوبلاست ولكننا نجحنا أخيرًا في استخدام خلايا الكالوس دون الحاجة إلى البروتوبلاست (Saker and Kuhne, 1997/1998) .

(و) مسدس الجينات: Gene gun

[1] طريقة النقل الوراثي باستخدام مسدس الجينات هي أكثر الطرق كفاءة وسهولة، وتستعمل في النباتات ذوات الفلقة الواحدة وفي ذوات الفلقتين. وقد طورتها مجموعتان بحثيتان أمريكيتان مستقلتان إلى :

(١) الطريقة البيولستية Biolistica لجون ستافورد وزملائه بجامعة كورنيل :

في هذه الطريقة تطلى جسيمات من التنجستين أو الذهب بالـDNA ثم تقذف إلى داخل خلايا النبات باستخدام انفجار البارود في قاذفة جسيمات . تعمل سرعة الجسيمات حاملة الـDNA على اختراق جدار الخلية وتدخله كاملة إلى خلايا النبات دون أن تقتلها . ومع عبور الجسيمات لجدار الخلية يتقشر عنها الـDNA ويبقى بالخلية، والـDNA المنقول بهذه الطريقة يحمل جينات منشطة وجينات وسم مختارة .

[2] (٢) طريقة أكسيل Accella لدينيس ماكيب وزملائه بشركة أجراسيتوس :

وتوظف هذه الطريقة سرعة اندفاع غاز الهيليوم (الخامل) والقادم من أسطوانة هيليوم من خلال صمام تحكم في دفع جزيئات دقيقة جدًّا من الذهب أو التنجستين مغطاة

---

(1) ستيفن نوتنجهام- طعامنا المهندس وراثيًا- ترجمة: أ. د/. أحمد مستجير- ٢٠٠٥ .

(2) أ.د. محمد كمال البحر

أ.د. فؤاد عبدالرحيم أحمد - التكنولوجيا الحيوية النباتية- زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية- ١٩٩٩

د. محمود محمد صقر .

أو مغلفة بالبلازميد المراد نقله للخلية النباتية بمساعدة مادة غروية لاصقة تزيد من التصاق البلازميدات على جزيئات الذهب الخاملة. وتعرف هذه الجزيئات بالقذيفة الدقيقة Microprojectle ويساعد على زيادة سرعة القذائف تفريغ هواء الماسورة والحجرة الزجاجية التي تحتوي العينة وذلك بمساعدة مضخة تفريغ هواء، وبمرور القذيفة خلال شبكة معدنية تتشعب إلى مجموعة من القذائف الدقيقة التي تصطدم بالنسيج النباتي وتخترق خلاياه .

[1] عندما يحور النسيج النباتي باستخدام مسدس الجينات (القذف بالجسيمات) نجد أن النباتات المجثرة Regenerated plants عنه كيميرية لأن الخلايا ليست جميعها حاملة للجينات الغريبة، وذلك لأن القذف العشوائي لا يؤثر إلا في نسبة ضئيلة من الخلايا، وهذا يختلف عما في حالة استخدام الأجروباكتيريم حيث تكون النباتات ذات تركيب وراثي متماثل Homozygous (في حالة استخدام البروتوبلاست) .

(1) ستيفن نوتنجهام- طعامنا المهندس وراثيًا- ترجمة: أ. د/. أحمد مستجير- ٢٠٠٥ .

الفصل الثاني

أولا: فوائد الهندسة الوراثية:[1]

لقد أصبح للهندسة الوراثية أهدافًا عظيمة تحقق بعضها والعمل جاري على قدم وساق لتحقيق الباقي ولن تنتهي الطموحات التي فتحها هذا العلم لخدمة البشرية في كافة المجالات والتي نجملها فيما يلي :

(أ) في مجال تطوير المحاصيل الزراعية:

(١) إنتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية :

تعتبر من أهم الصفات الواعدة التي تقدمها الهندسة الوراثية لتحسين الإنتاج النباتي حيث لا توجد وسيلة مباشرة لعلاج المحاصيل المصابة بالفيروسات سوى الوقاية من الإصابة بها عن طريق الممارسات الزراعية الجيدة، مثل استخدام دورة زراعية مناسبة Suitable rotation، التخلص من الحشائش وبقايا المحصول السابق التي تكون عائلًا ثانيًا للفيروس في فترة عدم وجود العائل الأساسي .

وتعتمد فكرة هندسة النباتات لمقاومة الأمراض الفيروسية على الدراسات السابقة في مجال الوقاية المضادة Cross protection والتي وجدت أن عدوى النباتات بفيروسات ضعيفة تحصن النباتات إذا ما أصيبت بالسلالات الأكثر ضراوة، وعندما تمكن (بيتش) وزملاؤه في جامعة واشنطن سنة ١٩٩٠ من نقل الجين المسؤول عن إنتاج الغلاف البروتيني Protein coat لفيروس الدخان الموازيكي (TMV) إلى نباتي الطباق والطماطم لاحظ أن النباتات قاومت الإصابة الفيروسية بشدة وبذلك أثبت بيتش صحة نظريته الافتراضية القائلة أن بروتين غلاف (TMV) يضفي المقاومة على

(1) http://www.smsec.com الهندسة الوراثية (٧) - كيفية عمل الجينات وفوائد الهندسة الوراثية .

سلالات هذا الفيروس وغيره من الفيروسات القريبة الصلة به، وبهذه التقنية أمكن هندسة أكثر من اثني عشر نباتًا مقاومًا للفيروسات .

(٢) نباتات مقاومة للحشرات :

اعتمدت فكرة مقاومة الحشرات خلال الثلاثين عامًا الماضية على بروتين تنتجه بكتيريا Bacillus thuringiensis حيث تقوم تلك البروتينات بقتل الحشرات. استخدمت تلك المستخلصات البروتينية Bt على نطاق واسع في مقاومة الحشرات حرشفية الأجنحة (الفراشات وأبي دقيق) والتي تعتبر آفات رئيسية، حيث تقوم تلك البروتينات بالارتباط بأغشية أمعاء الحشرات المستهدفة عن طريق انتقال الأيونات من بروتينات Bt إلى الخلايا الطلائية بالأمعاء فتعطل قدرة الحشرات على التغذية فتموت. تلك المبيدات الحشرية ليس لها تأثير سام على الثدييات Mammals ولا على الأنواع الحشرية الأخرى وفاعليتها لا تدوم إلا وقتًا قصيرًا، وبالتالي فهي آمنة بيئيًا .

ولقد تمكن المهندسون الوراثيون في كل من شركة كنت البلجيكية وشركات أجروجين تكس ويسكونسين، أجراسيتوس ومونسانتو من عزل جينات تنتج بروتينات المبيدات الحشرية، واستخدموا Gene gun أو بكتيريا A.tumefaciens في إيلاج الجينات في كل من الطماطم والبطاطس والقطن. ولقد ثبت أن وجود جينات Bt داخل نباتات القطن قد جعلها مقاومة لكل الآفات اليرقية الرئيسية بما فيها دودة اللوز، وعليه يمكن أن يؤدي استخدام تلك النباتات المهندسة إلى خفض كميات المبيدات الحشرية بنسبة ٤٠-٦٠٪ .

ولقد تم البحث عن جينات Bt أخرى لتؤثر على حشرات غير يرقية، وقد أمكن تصميم عدة جينات منها جين فعال ضد خنفساء كلورادو Leptino tarsa decemlineata التي تصيب البطاطس، وجين منتج بواسطة شركة ميكوجين بسان دييجو بكاليفورنيا لمقاومة النيماتودا، وجين فعال ضد البعوض الناقل للملاريا. ولقد أكدت الاختبارات أن بروتينات Bt توجد بنسبة لا تتعدى ٠,١٪ من البروتين الكلي بالنباتات المهندسة وراثيًا وهي تتحلل تمامًا كأي بروتين في القناة الهضمية .

(٣) نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش:

نظرًا لمنافسة الحشائش للنباتات الاقتصادية في كل من الماء والغذاء وضوء الشمس فإن المحصول عادة ما يقل بنسبة ٧٠٪ كما أنها تشكل مأوى للأمراض والآفات، كما أن تواجد بذورها مع غلال هذه المحاصيل يقلل من قيمتها النوعية ويزيد من تكاليف التنظيف والتنقية، لذلك فالممارسات الزراعية يجب أن يكون من ضمن برامجها استخدام مبيدات الحشائش Herbicides .

تعتمد فكرة هندسة نباتات مقاومة لمبيد الحشائش التي قامت بها شركة مونسانتو وشركة كالجين بديفز بكاليفورنيا على تمكين النباتات من تحمل مادة Glyphosate وهي المادة الفعالة في مبيد الحشائش المسمى Round up الواسع الانتشار في مقاومة الحشائش عريضة الأوراق. وهو من المبيدات الآمنة بيئيًا حيث لا يؤثر على الحيوانات التي لا تمتلك مسالك للأحماض الأمينية العطرية، كما أنه يتحلل بسرعة في البيئة إلى مركبات طبيعية غير ضارة، وتقوم المادة الفعالة في هذا المبيد بتثبيط فعل إنزيم EPSP وهو إنزيم ضروري لإنتاج الأحماض الأمينية العطرية التي تحتاجها النباتات في النمو، ولقد قام كل من Comai and Stocker بشركة كالجين، Rogers and Chesor بشركة مونسانتو بعزل جينات تخليق إنزيم EPSP من البكتيريا والنبات ثم أولجت تلك الجينات في الطماطم وفول الصويا والقطن وغيرها من المحاصيل لتتمكن تلك النباتات من تحمل Round up .

بنفس الأسلوب تم في شركة دوبون إنتاج نباتات تتحمل أنواعًا من المبيدات مثل سلفونيل يوريا Sulfonylurea. أما شركة نظم وراثة النبات الألمانية فقد انتهجت نهجًا آخر بأن عزلت جين من ميكروب Streptomyces hygroscopicus له القدرة على تمكين النباتات من تحمل المادة الفعالة في مبيد الحشائش المسمى Basta الواسع الانتشار والذي يؤثر على الحشائش من خلال تأثيره على مسار تخليق إنزيم الجلوتاميك الهام Pathway of glutamic synthesis فيؤثر على نموها ويؤدي إلى موتها .

(٤) ثمار أجود وتقاوم التلف :

طور الباحثون طريقتين لإطالة عمر الثمرة :

الأولى : هي إيلاج جينات تسمى مضادات الإحساس Antisense لجينات النضج والمسؤولة عن إنتاج الإيثيلين والإنزيمات الأخرى حيث تنتج مضادات الإحساس بروتينات تقوم بالارتباط مع الـ RNA فتمنعه من نسخ البروتينات الخاصة بالنضج فتؤخر النضج وتقاوم الرخاوة Flaccidity .

الثانية : هي إيلاج جين يقوم بتصنيع إنزيم يحلل مركبات الطليعة التي تكون الإيثيلين وبذلك يتأخر التلف .

تمكنت شركة كالجين من إيلاج الجين المسؤول عن إنتاج صبغة الأنثوسيانين الملونة في الطماطم ليرفع تركيز الصبغة في ثمارها وبالتالي تتمكن ربة المنزل من استخدام عدد أقل من الثمار .

(٥) نباتات ذات خصائص غذائية فائقة :

أمكن إنتاج نباتات تستطيع تثبيت الآزوت الجوي Nitrogen fixation بنقل الجين المسمى nife والموجود في بكتيريا Azetobactor التي تتطفل على جذور النباتات البقولية إلى نباتات بعض المحاصيل وقد أمكن سابقًا نقله إلى Proteus vulgaris, Agrobacterium tumefaciens and Escherichia coli، وهناك محاولات في الفلبين واليابان لنقل الجين المسبب لخصوبة المخصب البيولوجي المسمى سرخس الماء Azolla pinnata إلى نبات الأرز .

(٦) إنتاج نباتات رباعية الكربون مهندسة وراثيًا :

لزيادة كفاءة التمثيل الغذائي لبعض النباتات ينقل إليها الجين المسؤول عن إنتاج إنزيم PEPCase والذي يؤدي إلى زيادة كفاءة تمثيل ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي زيادة المحصول .

(٧) تحسين مواصفات التيلة للقطن :

إنتاج نباتات قطن مقاومة لدودة الورق وذلك بكلونة الجين Bt المستخلص من بكتيريا Bacillus thuringiensis، وإدخال هذا الجين إلى جينوم القطن يجعل عصارة النباتات سامة للدودة فتقضي عليها وبالتالي يقل التلوث البيئي بالمبيدات وتتحسن مواصفات التيلة تبعًا لذلك .

(٨) نقل الجينات المسؤولة عن إنتاج البروتينات المضادة لتجمد سمك سالمون الأطلنطي Salmo salr وهذا يمنع تكوين بلورات الثلج في مصل الدم .

(٩) إنتاج بروتينات عالية القيمة الغذائية للماشية والدواجن وذلك بإدخال جينات معينة إلى البكتيريا والخميرة تسيطر على إنتاج البروتين بها فتصبح هذه الكائنات كمصانع بيولوجية لهذه البروتينات .

(١٠) إنتاج سلالات نباتية عقيمة الذكر Male sterile لإنتاج بذور هجينية والاستفادة من ظاهرة قوة الهجين Hybrid vigour على نطاق واسع .

(١١) اكتشاف أو إيجاد نباتات خارقة تستطيع امتصاص المعادن الضارة بالتربة، وبالتالي يمكن استعمالها في استصلاح الأراضي Soil reclamation الضعيفة وتحويلها إلى أراضي خصبة .

(ب) في مجال الإنتاج الحيواني:

(١) إنتاج حيوانات معدلة وراثيًا مثل الأرانب، الأسماك، الأبقار والخنازير ذات قدرة على مقاومة الأمراض خاصة الفيروسية .

(٢) المعالجة الجينية للحيوانات لزيادة سرعة نموها وذلك بتزويدها بالجين الخاص بهرمون النمو السريع، وقد تم بالفعل إنتاج عدد من الخنازير الأمريكية والأسترالية وحيوانات المزرعة تتميز بسرعة نموها وزيادة قدرتها على إنتاج اللحم وإدرار اللبن .

(٣) إنتاج أغنام تتميز بصوف عالي الجودة .

(٤) تقسيم جنين الماشية وهو ما يعرف بالاستنساخ الجنسي Sexual cloning والحصول على توائم متطابقة (Identical twins) لزيادة إنتاج الثروة الحيوانية .

(جـ) في مجال التصنيع الزراعي:

(١) إنتاج إنزيمات تستخدم في زيادة إنتاج ألبان الماشية وفي صناعة الألبان .

(٢) إنتاج المبيدات الحيوية لمقاومة الكثير من الحشرات .

(٣) إنتاج الهرمونات والإنزيمات لتحويل النشا إلى سكر وإنتاج عصير ذرة سكري .

(٤) إنتاج الصبغات الطبيعية Natural pigments ومكسبات النكهة والطعم والرائحة .

(٥) إنتاج لقاحات لبعض الأمراض مثل النيوكاسل في الدواجن والحمى القلاعية في الحيوانات .

(٦) استخدام الحيوانات والنباتات والبكتيريا كمصانع حيوية لتصنيع الدواء، البروتينات، الهرمونات والإنزيمات .

(٧) الاستفادة من مخلفات المزرعة بتحويلها إلى سماد عضوي Organic fertilizer وإنتاج الغاز الحيوي Biogas، وتحويل مخلفات الغابات من قلف ونشارة خشب وكذلك نفايات مصانع السكر باستخدام بكتيريا معدلة وراثيًا إلى بروتين يمكن إدخاله في صناعة اللحوم، وأيضًا الاستفادة من بروتين شرش اللبن .

(٨) إنتاج الطاقة من النفايات عن طريق بكتيريا تحول السليلوز إلى مواد عضوية نيتروجينية وأخرى تحول الأحماض العضوية إلى ميثان، كذلك استخدام بكتيريا Zymononas mobilis لتحويل النشا إلى إيثانول .

(د) في مجال العلاج الطبي:

(١) إنتاج لقاحات لبعض الأمراض مثل الملاريا في الإنسان وكذلك إنتاج الفاكسينات التركيبية Synthetic vaccines مثل مصل فيروس التهاب الكبد الوبائي B والذي يسبب إنتاجه بالطرق التقليدية مخاطر كثيرة .

(٢) إيجاد بكتيريا تحتوي على جينات الإنتروفيرونات البشرية Human interferones وهي عبارة عن بروتينات تعمل على وقف تضاعف الفيروسات Virus multiplication، مثل الفيروسات المسببة للإنفلونزا وشلل الأطفال وهي تنتج داخل جسم الإنسان وتنطلق لمهاجمة الفيروس، وقد تكون مفيدة في علاج الإيدز والسرطان .

(٣) العلاج الجيني Gene therapy :

لعل الحلم الذي أصبح حقيقة في سبتمبر عام ١٩٩٠ عندما أجريت أول تجربة للعلاج الجيني على الطفلة (أشانتي ديسيلفيا) والتي قام بها فريق من العلماء الأمريكيين بقيادة (فرنش أندرسون)، وهو الذي فتح آفاق هذا المجال الجديد في الطب والذي يعطي الأمل لعلاج العديد من الأمراض الوراثية المستعصية. وقد كانت هذه الطفلة تعاني من نقص موروث في إنزيم ADA وهو أحد الإنزيمات المهمة والذي يؤدي غيابه إلى فقد قدرة الجهاز المناعي على العمل فيصبح الطفل بدون جهاز مناعة ويموت قبل أن يبلغ الخامسة من عمره ويتم هذا العلاج من خلال إصلاح الجين المعطوب Reform of damaged gene وإعادة حقنه مرة أخرى في خلايا نخاع العظام الأم بعد أن يُحمَّل على الحامض النووي لنوع من الفيروسات غير الضارة وبذلك ينتج الجهاز المناعي هذا الإنزيم ويعود إلى العمل مرة أخرى .

(٤) تشخيص الخلل الوراثي Diagnosis of genetic defect .

(٥) هناك علم جديد يسمى علم هندسة الأنسجة Tissue engineering تعتمد فكرته على زراعة خلايا معينة مثل خلايا الكبد مأخوذة من المريض في نوع خاص من

رقائق البلاستيك أو البوليمرات الذي يعتبر وسطًا مناسبًا مع توفير المناخ والغذاء المناسب فتنمو الخلايا حتى تملأ الفراغ البلاستيكي، ثم يزرع النسيج (الكبد) الناتج لنفس المريض دون أن يرفضه الجسم .

(٦) أجرى العالم (جفري فريدمان) دراسات على جين يساعد الخلايا على إنتاج هرمون اللبتين الذي يزداد إنتاجه بزيادة السمنة . ويعتقد العلماء أن هذا الهرمون يسير في الدم إلى مركز تنظيم الشهية Appetite center في المخ، فإذا زادت نسبة السمنة بالجسم أصدر المخ إشارة إلى الجسم للتوقف عن الأكل، وهناك أمل في استخدامه في علاج السمنة في القريب العاجل .

(٧) تحضير فاكسينات للتخلص نهائيًا من الحساسية Allergy .

(٨) محاولة إطالة عمر الإنسان أي عمر الخلية البشرية وذلك بزيادة تتابعات مكررة في نهاية الكروموسومات تعرف بالTelomeres، كما وجد العلماء جينات معينة لها علاقة بموت الخلية البشرية، لأنها تنتج نوعًا معينًا من البروتينات القاتلة كما في ديدان النيماتودا .

(٩) تمكن العلماء من تحويل بكتيريا خاصة إلى نوع من الكيماويات يمكن غزلها إلى ألياف واستخدامها في صناعة الأنسجة وخيوط الجراحة .

(هـ) مقاومة التلوث البيئي:

(١) إنتاج سلالات بكتيرية محورة وراثيًا لمعالجة مياه الصرف الصحي Domestic sewage والتخلص مما بها من مواد ضارة، ولها القدرة أيضًا على التهام البكتيريا الممرضة الموجودة بها .

(٢) إنتاج البكتيريا المحورة وراثيًا لبروتينات ذات شكل فراغي معين تغلف المواد الضارة بالبيئة مثل مركب د . د . ت وتمنعه من التداخل مع البيئة المحيطة .

(٣) إنتاج بكتيريا تقاوم التلوث البحري بالبترول Marine bacteria وذلك بتفتيت

والتهام جزيئات البترول، ولها القدرة على تحمل السمية الحادة للمركبات البترولية.

(٤) إنتاج بوليمرات تسمى البلاستيك الحيوي Biopal بواسطة بكتيريا يوتروفاس وهو آمن بيئيًا ويسهل تحلله بكتيريًا وهو بديل للبلاستيك العادي. اكتشفه الكيمائي (دوجلاس دينيس)، حيث وجد أن بكتيريا يوتروفاس لها القدرة على إنتاج مادة PHB البلاستيكية، ثم قام الدكتور كريس سومر (عالم نبات بجامعة ميتشجان) بنقل جينات PHB من هذه البكتيريا إلى الشريط الوراثي لبعض نباتات العائلة الخردلية والتي أمكنها بالتالي إنتاج هذا النوع من البلاستيك. وهذا يمثل خطوة هامة في صناعة البوليمرات .

(٥) استخدام البكتيريا المحللة لمياه المجاري لإعادة استخدامها في زراعة الأشجار الخشبية .

(٦) إنتاج البروتين من المواد الهيدروكربونية حيث تقدم النفايات الشمعية الموجودة بالبترول إلى بكتيريا ذات توليف وراثي معدل لتقوم بإنتاج البروتين وتخزينه في جسمها ثم يعاد استخلاصه منها، يجفف هذا البروتين ويخلط مع الدهن الحيواني ومكسبات الطعم واللون والرائحة وتخلط جميعها بالماء لتعطي عجينة تقدم في شكل هامبورجر أو سجق أو كألياف اللحم الطبيعي ويطلق عليه اسم البتروبروتين .

(٧) إنتاج إنزيم الليبيز Lipase بواسطة البكتيريا المحورة وراثيًا لمعالجة التلوث بالمنظفات الصناعية Detergents وذلك بكسره أي ارتباط بين الأنسجة والقاذورات ونقلها للماء وبالتالي يكون التنظيف ذو كفاءة أعلى .

(٨) استنبطت بعض المعامل أنواعًا من البكتيريا والطحالب المائية لها القدرة على التغذية على المواد العضوية التي بالقمامة Garbage ثم يتم تجفيفها واستخدامها كسماد لتربة الحدائق العامة، كما استطاعت بعض الشركات إنتاج اللدائن بواسطة البكتيريا المحورة وراثيًا التي تتغذى على هذه المواد.

مثال على استخدام الحيوانات كمصانع لتصنيع البروتينات :

حرير العنكبوت أقوى من الفولاذ:[1]

من المعروف أن هذا النوع من خيوط العنكبوت Spider filaments يعد أقوى مادة بيولوجية عرفها الإنسان حتى الآن، وتعتبر الخصلات الحريرية التي تكون نسيج العنكبوت أقوى من الفولاذ، ولا يفوقها قوة سوى الكوارتز المصهور، ويتمدد الخيط الرفيع منه إلى خمسة أضعاف طوله قبل أن ينقطع، ولذلك أطلق العلماء عليه اسم الفولاذ الحيوي Biosteel أو الفولاذ البيولوجي أو البيوصلب، وهو أقوى من الفولاذ المعدني Metallic steel العادي بعشرين مرة، وتبلغ قوة احتماله ٣٠٠٠٠٠ رطل للبوصة المربعة، فإذا قدر جدلًا وجود حبل بسمك إصبع الإبهام من هذا الخيط فسيمكنه حمل طائرة جامبو بكل سهولة .

وأنثى العنكبوت هي التي تقوم بنسج الخيط عن طريق آلية هندسية تعتبر معجزة إلهية في حد ذاتها ، فخيط العنكبوت الضئيل الذي يظهر أمام العين المجردة مصنوع بالطريقة التي تصنع بها الكوابل شديدة الصلابة، حيث يتكون الخيط المفرد من عدة خيوط متناهية في الصغر ملتفة حول بعضها، وقد يبلغ سمك الخيط الواحد منها واحدًا من مليون من البوصة .

تنتج غدد أنثى العنكبوت هذا الخيط من خلال ثلاثة مغازل موجودة أسفل البطن، ويوجد قرب كل مغزل فتحات لغدة صغيرة تخرج منها المادة التي تكون الخيوط الحريرية Silky filaments، وهذه المادة معظمها من البروتين. وأثناء هندسة النسيج Textile engineering، تقوم العنكبوت بجمع الخيوط الناتجة من الثلاث مغازل معًا لتكوين خصلة قوية ومتينة، كما تغزل العناكب التي تعيش خارج المنزل نسيجًا معروفًا باسم الفلك نسبة إلى شكله الدائري، وهو قطعة هندسية رائعة من الخيوط المتناسقة التي تتلألأ بشكل بهي تحت أشعة الضوء في مطلع الفجر. وبالرغم من الصلابة القياسية لخيط العنكبوت فإنه نظرًا لضآلة سمك الخيط (المفرد) المستخدم تبني

---

(1) د. طارق يحيى قابيل – خيوط العنكبوت تشعل حرب الماعز Islamonline.net – ٢٠٠١/٤/٢٨ .

العنكبوت بيتًا اشتهر بالضعف والوهن، وضرب اللّه بها مثلًا في سورة العنكبوت حيث قال ﷻ: ﴿مَثَلُ ٱلَّذِينَ ٱتَّخَذُواْ مِن دُونِ ٱللَّهِ أَوْلِيَآءَ كَمَثَلِ ٱلْعَنكَبُوتِ ٱتَّخَذَتْ بَيْتًا وَإِنَّ أَوْهَنَ ٱلْبُيُوتِ لَبَيْتُ ٱلْعَنكَبُوتِ لَوْ كَانُواْ يَعْلَمُونَ﴾ [العنكبوت: ٤١] .

المزاوجة الجينية بين العنكبوت والماعز:

ويمثل الماعز المحور وراثيًا دربًا جديدًا واعدًا في حقل الهندسة الوراثية الجديد المثير للجدل، والذي يهدف إلى التلاعب بموروثات الكائنات الحية لاستخدامها كمصانع حية لإنتاج الدواء، الكساء، الغذاء والسلاح إذا لزم الأمر.

ويعتبر (جيفري تيرنر) عالم الوراثة الجزيئية والمدير العام بشركة (نيكسيابيوتيتكنولوجيز) في كيبك بكندا، هو المحرك الأساسي لهذا المشروع متعدد الأهداف، ولقد تمكن تيرنر مع علماء آخرين من عزل جينات العنكبوت الثلاثة التي تشفر لإنتاج البروتين الحريري، كما قاموا بالعديد من الدراسات على الغدد الحريرية للعناكب، ووجدوا أنها متماثلة تقريبًا مع غدد حليب العنزات .

وفي عام ١٩٩٣ أسس تيرنر شركة نيكسيا برأسمال ٢ مليون دولار، وبدأ يغرس جين مفرد لحرير العنكبوت بداخل خلايا جنين الفأر، ثم تحول إلى العنزات النيجيرية الصغيرة التي تبدأ في إدرار اللبن في غضون ١٣ أسبوع فقط من ولادتها وتمتلك غددًا ثديية Mammary glands كبيرة تجعل منها آلات حية رائعة لضخ الحليب المحتوي على بروتين حرير العنكبوت، ونجح تيرنر ومجموعة من العلماء في تحقيق الحلم، بالحصول على الجين المسؤول عن إنتاج خيوط العنكبوت من العنكبوت السام المعروف باسم حائك الجرم السماوي Orb weaver وحقنه ببويضة ماعز ليندمج مع كروموسومات الماعز التي تحتوي على حوالي ٧٠٠٠٠ جين ليتم في النهاية إفراز بروتين خيوط العنكبوت الحريرية داخل خلايا الغدد اللبنية، ومن ثم يتم تجميعه وتنقيته من حليب النعاج لاستخدامه صناعيًا. ونجح الفريق بذلك في إنتاج أول عنزة محورة وراثيًا تحتوي على جين من العنكبوت، وسميت هذه العنزة ويلو Willow .

وبالرغم من أن الحليب الناتج يشبه غيره من الحليب في الطعم واللون والرائحة، إلا أنه يحتوي على كميات كبيرة من بروتين خيط العنكبوت، وتقوم الشركة بترشيح واستخلاص هذا البروتين الثمين على هيئة عجينة بيضاء يمكن استخدامها في غزل خيط أبيض رفيع لصناعة الملبوسات العسكرية خفيفة الوزن الواقية من الرصاص، كما يستخدم في إنتاج الألياف البصرية، وفي أي مجال آخر يحتاج لخيوط قوية للغاية. كما أن هذه الخيوط إذا نسجت بدقة كافية وبسمك يصل إلى ٣ ميكرون فقط تتفوق بثلاث مرات على أقوى درع مضاد للرصاص عرفه البشر والمعروف باسم (كيفلار) وهو من إنتاج شركة دوبونت .

وقال تيرنر أمام International Molecular Forming Conference أن العنكبوت توصل للحل قبل مئات الملايين من السنين عندما وجد نفسه أمام مشكلة اصطياد طعامه، فتغلب على ذلك بنسج هذه الشبكة المصنوعة من البروتين الحريري، إنه أقوى مادة معروفة لدى الإنسان، والنوع الصناعي منه ما هو إلا الناتج النهائي للمزاوجة الجينية Genetic coupling بين العنكبوت والماعز .

حرب الماعز!! Goat war

من المتوقع أن يتم تداول حرير العنكبوت بشكل تجاري في المستقبل، ولكن ما زالت هناك حرب تدور رحاها في الخفاء بين الجيش الأمريكي وشركة نيكسيا ومجموعة من الشركات الأخرى العاملة في مجال التقنيات الحيوية مثل مجموعة فارمنج الهولندية، وجينز يمي ترانجينيس في بوستون، وماسوشوستس، وشركة بي بي إل الأسكتلندية للحصول على براءات الاختراع وحقوق الملكية الفكرية Intellectual property Rights (IPR) وحق الاحتكار للماعز المحور وراثيًا، وهذه الحرب الشعواء تستحق الحصول على لقب حرب الماعز بكل جدارة، وتؤكد هذه الأحداث أن التكنولوجيا الحيوية ليست مجرد مصنع أخبار يومية عن أكثر الجوانب غموضًا وتعقيدًا في الحياة فحسب، إنما هي مصنع آمال عريضة تتصل بقضايا كثيرة، وهي أيضًا مصنع ثروات عظيمة تشعل معارك وصراعات جديدة بين البشر .

ثانيًا: تفاعل البوليميريز السلسلي: Polymerase Chain Reaction (PCR)

[1] تهدف تقنية الـPCR إلى تضخيم Amplification جزيئات قليلة من الحامض النووي DNA بعد استخلاصه من خلايا أو سوائل الجسم للحصول على كميات كبيرة منه يمكن إجراء التحليل عليها . ويمكن اعتبار هذه التقنية ترجمة مبسطة لعملية استنساخ الحامض النووي DNA أثناء الانقسام الخلوي Cell division . ولكي يتم هذا الاستنساخ، يجب أن يتوفر الآتي :

(١) البادئات Primers وهي عبارة عن نيوكليوتيدات قليلة Oligonucleotides (من ١٨-٢٠ أساس آزوتي) قادرة على الارتباط مع الأسس الآزوتية للحامض النووي المراد تضخيمه، وذلك في منطقة ذات ترتيب مميز ونوعي في الحامض النووي أو ما يعرف بمنطقة عالية الحفظ Highly conserved region .

(٢) كميات وفيرة من النيوكليوتيدات ثلاثية الفوسفات منقوصة الأوكسجين . (dATP, dCTP, dGTP, and dTTP) Deoxynucleotide triphosphates (dNTPs) .

(٣) إنزيم بوليميريز Polymerase مقاوم للحرارة المرتفعة، وأهمها Taq Polymerase المستخلص من بكتيريا تعيش في الينابيع الحارة Thermus aquaticus .

(٤) محاليل واقية Buffers .

(٥) شوارد مناسبة، أهمها شاردة المغنيسيوم (Mg^{+2}) التي تعتبر عامل متمم Cofactor لإنزيم البوليميريز .

تتألف تقنية الـPCR من ثلاث مراحل في دورة واحدة :

(1) http://www.ss- ge.com/first kamel.htm - العدد الأول .

(أ) Thermal denaturation مرحلة التمسخ الحراري لجزيء الـDNA الهدف، أي فصل الطاق المزدوج ds-DNA إلى طاقين منفصلين ss-DNA. وتتم هذه المرحلة عند درجة حرارة ٩٤ ° م .

(ب) Primers annealing مرحلة تشفع البادئات، أي ارتباط كلا البادئتين مع الطاقين المنفصلين عند درجة حرارة ٥٥ ° م .

(جـ) Annealed primers extension تطاول البادئات المتشفعة بمساعدة إنزيم البوليميريز ابتداء من البادئة وفي الاتجاه $3^- \longleftrightarrow 5^-$ وذلك بإضافة dNTPs، وتتم هذه المرحلة عند درجة حرارة ٧٢ ° م .

تعاد هذه الدورة ذات الخطوات الثلاثة عددًا من المرات، مما يؤدي إلى زيادة جزيئات الـDNA بشكل أسي .

ويعطى عامل التضخيم بالمعادلة التالية = $n(1 + E)X$، حيث n= الكمية البدئية للحامض النووي الهدف، E= فعالية التضخيم (Efficiency)، X= عدد دورات الـPCR .

يمكن تطبيق تقنية PCR على الحامض النووي RNA بإجراء خطوة أولية وهي تكوين نسخة متممة من Complementary DNA (cDNA) بواسطة إنزيم Reverse transcriptase ليخضع cDNA بعدها لمراحل التضخيم السابقة، وتعرف هذه التقنية RT-PCR .

يمكن الكشف عن منتجات التضخيم Amplicons بعدة طرق أهمها :

(١) الرحلان الكهربائي على هلامة الأجاروز Agarose gel electrophoresis .

(٢) التهجين باستعمال مسابر موسومة بإنزيم Enzyme Labeled Probes .

(٣) استخدام بادئات موسومة بإنزيم أو مادة تألقية Enzyme or fluorescent

. labeled primers

(٤) تقنية تعدد أشكال أطوال الشدف الحصرية :

. Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

(٥) التنسيل Cloning .

إن الحساسية العالية التي تبديها تقنية PCR، تجعلها عرضة لإعطاء نتائج إيجابية كاذبة بسبب تلوث خارجي المنشأ Exogenous contamination وأهم مصادر هذا التلوث :

(أ) التلوث بمنتجات تضخيم سابقة Carryover contamination .

(ب) التلوث من عينة أخرى Sample to sample contamination .

لذا يعتبر التلوث العقبة الوحيدة التي تواجه استخدام تقنية PCR لغايات تشخيصية . ويمكن تجنب التلوث بالانتباه لتفاصيل العمل المخبري لهذه التقنية، لذلك تم تقسيم مكان العمل إلى ثلاثة أقسام منفصلة عن بعضها بشكل تام :

(١) قسم الاستنهاض Extraction sector .

(٢) قسم تحضير الكواشف Reagent preparation sector .

(وهذان القسمان يعرفان بـPre-PCR sector) .

(٣) قسم التضخيم والمعايرة Amplification and detection sector .

(ويعرف هذا القسم بـPost-PCR sector) .

هناك عدة تطبيقات لتقنية PCR من أهمها :

(أ) PCR التنافسي (Competitive PCR)، ويشكل المبدأ الرئيسي للمقايسة الكمية باستخدام مرصاف خارجي المنشأ Exogenous template كعياري داخلي . حيث يتنافس هذا العياري الداخلي Internal standard والحامض النووي الهدف

على البادئات ذاتها أثناء عملية التضخيم، ثم تجري المقايسة الكمية للناتجين باستخدام طرق مختلفة .

(ب) PCR سريع الدورة ذي الوقت الواقعي Rapid cycle real-time PCR حيث أمكن إجراء عملية التضخيم بدورة حرارية مدتها ٢٠-٦٠ ثانية، كما أمكن تحليل منتجات عملية التضخيم أثناء عملية التضخيم باستخدام صبغات تألقية .

التطبيقات السريرية لتقنية PCR:

(١) الكشف المباشر للعامل الخمجي الممرض (جرثومي - فيروسي - طفيلي ....) قبل ارتكاس الجهاز المناعي Immune system لهذا العامل (إنتاج الأضداد).

(٢) تحديد الحمل الفيروسي Viral load وتحديد إمكانية المعالجة أم لا .

(٣) مراقبة وتقييم المعالجة:

* (-) PCR استجابة.

* (+) PCR عدم استجابة - خطة علاجية جديدة.

* (-) PCR ثم (+) في فترة المعالجة Break through - خطة علاجية جديدة.

* ثم (+) بعد انتهاء المعاجلة - نكس.

(٤) تحديد الأنماط الجينية Genotyping للفيروس الكبدي C:

(أ) كشف الأساس الجيني للمرض الوراثي عند الكاهل، ومعرفة الحاملين والمصابين ومن ثم المشورة الوراثية الصحيحة .

(ب) الكشف عنها قبل ظهور الأعراض والعلامات .

(ج) الكشف عنها عند الجنين أثناء الحمل Pregnancy، أو في حديثي الولادة .

(٥) تشخيص Diagnosis الأمراض السرطانية بالكشف الجيني للتوضع غير الطبيعي للأسس الآزوتية للجينات الورمية Oncogenes .

(٦) تعيين الأنماط النسيجية HLA-tissue typing في مجال زراعة الأعضاء Organ transplantation .

(٧) تلعب تقنية PCR دورًا هامًا في الطب الجنائي والشرعي Criminal and Forensic medicine .

أخيرًا وليس آخرًا، كانت تقنية PCR تستخدم في تسعينيات القرن الماضي كاختبارات استقصائية متممة، ولكن في نهاية القرن العشرين بدأت هذه التقنية تحل محل تقنيات كثيرة أخرى لأنها أثبتت فعالية كبيرة ودقة ممتازة. وفي مطلع القرن الواحد والعشرين وبعد إتمام سلسلة الجينوم البشري، أصبح ينظر إلى كامل هذا القرن بأنه قرن الجينومات Genomics وسيكون لتقنية PCR دورًا أساسيًا في هذه الثورة العلمية الكبرى .

الباب الثالث

المحاصيل المعدلة وراثيًّا

[1] فيما يلي أهم القفزات والاكتشافات والثورات العلمية التي كان لها الفضل في منشأ وتطور الهندسة الوراثية، وكذلك بعض الإنجازات التي كانت بعيدة حتى عن الخيال:

١٨٦٦ : أجرى الراهب النمساوي، جريجوريوهان مندل تجارب على نبات البازلاء من خلال عمليات التهجين، وتوصل إلى مجموعة من القوانين لتفسير وراثة الخصائص البيولوجية في الكائنات الحية، ولكن نتائج تجاربه لم تنشر .

١٩٠٠ : أعاد كل من دي فريز وباستون وآخرون اكتشاف قوانين مندل ثم نشروها في دورية تصدرها جمعية محلية في النمسا . وكانت جهود هؤلاء العلماء هي الخطوة الأولى التي بدأها رجال البيولوجيا في التطوير المعاصر لعلم الوراثة، والتي حولت هذا العلم إلى علم تجريبي دقيق .

١٩٠٣ : افترض ستون أن الجينات تقع على الكروموسومات .

١٩١٠ : أثبتت تجارب مورجان أن الجينات تقع على الكروموسومات .

١٩١١ : اشتق جوهانسون المصطلح العلمي جين Gene .

١٩١٨ : ظهر المصطلح العلمي التقنية البيولوجية Biotechnologie باللغة الألمانية .

١٩٢٢ : أعد مورجان أول خريطة للجينات Gene map وهي للجينات الموجودة على كروموسومات ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا Drosophila milanogaster) .

١٩٢٨ : بداية تجارب التحويل الوراثي Genetic transformation في البكتيريا . وتعتبر هذه التجارب حجر الأساس للهندسة الوراثية في صورتها الحديثة .

(1) الإسلام على الإنترنت – ١/٢٠٠٠ .

١٩٣٣ : نشرت أول قصة خيال علمي Scientific imagination عن الهندسة الوراثية «عالم جديد شجاع Brave new world» للكاتب الدوس هكسلي .

١٩٣٨ : ظهور المصطلح العلمي البيولوجيا الجزيئية Molecular biology .

١٩٤٣ : ظهور نظرية جين لكل إنزيم التي ربطت الكيمياء الحيوية وعلم الوراثة وهي تعرف باسم نظرية فعل الجين Gene action .

١٩٤٤ : أثبت كل من أفري وكلودومكارتي أن الجينات تتركب من الحامض النووي الريبوزي المختزل DNA (Deoxyribonucleic acid) .

١٩٤٨ : ظهور المصطلحين العلميين الهندسة الكيميائية Chemical engineering والطب الجزيئي Molecular medicine .

١٩٥٢ : أكد كل من هيرشي وكاسي دور الـDNA كأساس للمادة الوراثية .

١٩٥٣ : اكتشف كل من واطسون وكريك تركيب الـDNA ووضعا أول نموذج له .

١٩٥٨ : تحديد تتابع الأحماض الأمينية لبروتين الأنسوْلين .

١٩٦٠ : اكتشاف الحامض النووي الريبوزي RNA (Ribonucleic acid) .

- أول محاولة لدمج الخلايا - Cell fusionفي معهد جوستاف في باريس- حيث قام جورج بارسكي بإدماج خلايا فئران في أطباق خاصة مزودة بغذاء معقم .

١٩٦٦ : فك رموز الشفرة الوراثية Genetic code بواسطة جونيدخوران ومارشال نيرينبرج .

١٩٦٧ : اكتشاف إنزيمات الربط Ligase enzymes .

- تمكن كل من ماري فايس ، هواردجرين من دمج خلايا إنسان بخلايا فأر .

١٩٧٠ : تمكن وارنر أربيرَ ودانيل ناثانس وهاميلتون سميث من اكتشاف أول إنزيم محدد (قص) Restriction enzyme .

١٩٧١ : تمكن كوهين وبوير من وضع أساليب أولية لإعادة اتحاد المادة الوراثية .

١٩٧٣ : عزل أول جين وهو الجين المسؤول عن إنتاج الأنسولين .

- بداية التقنية الحيوية الحديثة .

١٩٧٤ : ظهور أول تعبير لجين غريب في البكتيريا .

١٩٧٧ : إنشاء أول شركة للهندسة الوراثية (جينيتيك) في أمريكا .

- إنتاج أول بروتين آدمي بواسطة البكتيريا وهو هرمون السوماتوستاتين Somatostatin .

١٩٧٨ : إنتاج الأنسولين البشري من بكتيريا E.coli .

١٩٨٠ : منح أول براءة اختراع في الهندسة الوراثية، وكانت لكل من كوهين وبوير عن كيفية إعادة اتحاد المادة الوراثية .

١٩٨٢ : إنشاء أول مصنع لإنتاج الأنسولين الآدمي عن طريق الهندسة الوراثية في إنجلترا .

- منتج للهندسة الوراثية يجاز تسويقه، وكان لقاحًا حيوانيًا (الإنتروفيرون) لمعالجة الهربي .

- أول محاولة ناجحة لنقل الجينات بين الحيوانات .

١٩٨٣ : نجاح الجمع بين جنس العنز وجنس الخروف وظهور ما يسمى بالعنزروف .

- صمم كاري ميليس جهاز لمضاعفة المادة الوراثية في المعمل بتفاعل البوليميريز التسلسلي Polymerase Chain Reaction (PCR) .

- أول محاولة لنقل الجينات إلى النباتات .

- ظهور المصطلح العلمي البيولوجيا الجزيئية النباتية Plant molecular biology .

١٩٨٥ : اكتشاف البصمة الجينية DNA fingerprint بواسطة آليك جيفريز .

١٩٨٦ : إنتاج لخنزير معدل وراثيًا يحمل جين هرمون النمو البشري .

١٩٨٧ : استخدام البصمة الجينية كدليل جنائي في المحاكم الأمريكية .

- أول عملية لتقييم النباتات والكائنات الدقيقة المعدلة وراثيًا خارج المعمل .

١٩٨٨ : أول كائن دقيق معدل وراثيًا يجاز تسويقه .

١٩٨٩ : عزل الجين المسؤول عن مرض التليف الكيسي Cystic fibrosis بواسطة (لاب شي تسي، وفرانسيس كولين) .

- تمكن ستيفين روسينبيرج من تصميم أول نظام لنقل الجينات في الإنسان .

- بداية علاج الأمراض الوراثية بالجينات Gene therapy .

١٩٩٣ : عزل الجين المسؤول عن مرض هنتنجتون Hunttington's disease .

١٩٩٤ : ظهور سلاح الجينات الانتحارية Suicidal genes كعلاج للسرطان .

- إنتاج أرز مقاوم للآفات والأمراض أطلق عليه الأرز السوبر .

١٩٩٥ : العلاج الجيني لتبقع الجلد الوراثي .

- العلاج الجيني للتحلل الفقاعي الوراثي .

- تصنيع هرمون الغدة النخامية الذي يعمل على تنشيط التبويض Ovulation كعلاج للعقم .

١٩٩٦ : استنساخ النعجة ميجان وموراج على يد إيان ويلموت باستخدام الخلايا الجنينية .

١٩٩٧ : تمكن سانج لي بمعهد العلوم والتقنية بكوريا من عزل جين PHA المسؤول عن إنتاج بوليستر من نوع من البكتيريا ونقله إلى بكتيريا E.coli لزيادة الإنتاج .

- تمكن إيان ويلموت من استنساخ النعجة دوللي باستخدام تقنية استبدال الأجهزة الوراثية.

- استنساخ اثنين من القردة في مركز بحوث أوريجتون بالولايات المتحدة الأمريكية باستخدام تقنية الفصل المجهري Microscopic separation للخلايا الجنينية .

- أعلنت شركة أمريكية لتربية الحيوان عن نجاحها في استنساخ بقرة أطلقوا عليها اسم جين، وذلك باستخدام تقنية استبدال الأجهزة الوراثية عن طريق استخدام Primordial stem cells من جنين بقرة عمره ٣٠ يومًا .

- الحصول على فئران تحمل كروموسومات بشرية كاملة ينتظم بكل منها ما يقرب من الألف جين، بعد أن كانت عمليات نقل الجينات لا تتضمن أكثر من جين أو جينين على الأكثر. وأطلقوا عليه اسم (ماني) الفأر المؤنسن Humanized mouse، وهي كلمة مأخوذة من كلمتي إنسان وحيوان .

- أعلن مايكل ماردين بفرنسا عن نقل جين الهيموجلوبين البشري (ألفا وبيتا جلوبين) إلى كلوروبلاست خلايا نبات التبغ والحصول على النبات الكامل وتمكنه من عزل وتنقية الهيموجلوبين من بذور وجذور النبات .

١٩٩٨ : إنتاج السمك الذكري المتفوق كبير الحجم باستخدام تقنية التحوير الوراثي .

- إنتاج بعوض غير ممرض باستخدام أساليب الهندسة الوراثية .

١٩٩٩ : بداية إنتاج العسل الدوائي Medicinal honey عن طريق نباتات تم تعديل أزهارها وراثيًا .

- استنباط نبات تبغ معدل وراثيًا للكشف عن مواقع الألغام .

[1] المحاصيل المعدلة وراثيًّا والبيئة:

يتزايد الجدل حول المحاصيل المعدلة وراثيًّا ومدى تأثيرها على البيئة، وتأخذ المناقشات طابع التعقيد والحدة والانفعال. ونتساءل هل المحاصيل المعدلة وراثيًّا آمنة على البيئة؟ وهنا نحاول أن نلقي الضوء على هذا الموضوع بطرح أسئلة متعلقة بهذه المحاصيل وتأثيرها على البيئة. ويعتبر تأثر البيئة بزراعة المحاصيل المعدلة وراثيًّا أمرًا يصعب تقييمه حيث يوضع في الاعتبار عوامل كثيرة، فنجد أن بعض العلماء يوجهون اهتمامهم إلى المخاطر المحتملة لهذه المحاصيل، بينما نجد الآخرين يركزون على فوائدها.

ما هو الوضع الحالي للبيئة؟

يعتبر تزايد عدد السكان، وارتفاع درجة الحرارة، وتناقص التنوع الحيوي Biodiversity عوامل مؤثرة بشدة على البيئة. ومن المتوقع أن يصل عدد السكان على كوكب الأرض إلى ٨ مليار شخص بحلول عام ٢٠٢٠، وهذا معناه أنه خلال العشرين عامًا القادمة سيزيد عدد السكان بمقدار اثنين مليار شخص. ويتضح من ذلك أن إطعام هذا العدد من السكان يتطلب تغيرًا هائلًا في الإنتاج والتوزيع وتوفير المنتجات الغذائية.

ولسوء الحظ أن الأرض المنزرعة بالمحاصيل لا تتناسب مع عدد السكان، فعلى سبيل المثال نجد أن الصين تمتلك ٧٪ من المساحة الإنتاجية العالمية، بينما يبلغ عدد سكانها من ٢٠-٢٥٪ من سكان العالم. ونجد أن هذا الوضع يتفاقم بسبب تناقص المساحة المنزرعة بفعل عوامل التعرية Weathering factors، وقلة الموارد المتجددة، ونقص المياه، وقلة الأيدي العاملة في الزراعة.

ويتضح لنا أن تدمير الحياة البرية والغابات، واستخدام الفحم والبترول أدى إلى التزايد المستمر في معدلات ثاني أكسيد الكربون، مما أدى إلى ظاهرة ارتفاع درجة

---

(1) مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية - مصر.

الحرارة عالميًا. ومن المتوقع أن يرتفع متوسط درجة الحرارة في العالم بمقدار ٢-٣ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠، مع ازدياد التقلبات المناخية. ويعتبر ازدياد عدد السكان مسؤولًا عن تدمير الحياة البرية، ومشاكل المياه، فضلًا عن فقد العديد من الكائنات الحية لموطنها الأصلي بسبب عمليات الإحلال، ومن أجل حماية الغابات وبيئة الكائنات الحية والتنوع الحيوي، يجب أن نتأكد من أن المتطلبات الغذائية Nutritional requirements تأتي فقط من الأرض المنزرعة بالمحاصيل .

وجدير بالذكر أنه في كل ثانية يولد في العالم ٢-٣ طفل، وكل ٧ ثواني يضيع هكتار من الأرض الزراعية المنتجة .

بعض المحاصيل المعدلة وراثيًا:

أولًا: زراعة القطن المعدل وراثيًا:[1]

يساهم محصول القطن في جنوب أفريقيا بحوالي ٥٠ مليون دولار سنويًا من الدخل القومي National income، ويتم زراعته في مساحة تقدر بحوالي ١٠٠٠٠٠ هكتار، وتتميز أغلب هذه المساحة بأنها مناطق حارة وجافة، ويقوم بزراعة القطن حوالي ١٥٠٠ من كبار المزارعين على مستوى تجاري وحوالي ٣٦٠٠ من أصحاب الحيازات الصغيرة. ويعتبر القطن المحصول الرئيسي وأهم مصدر للدخل بالنسبة لمزارعي منطقة ماخاتيني فلاتس لأكثر من أربعين عامًا .

ومع ظهور التكنولوجيا الحيوية الحديثة في جنوب أفريقيا واستخدام الكائنات المعدلة وراثيًا عام ١٩٩٧ ، بدأ المزارعون أصحاب الحيازات الصغيرة في زراعة القطن المعدل وراثيًا Bt cotton ، والذي يحتوي على مادة تتكون طبيعيًا هو بروتين البكتيريا المستخدمة في الرش الحيوي، وقد ظهر مدى قوة تأثيرها وأمانها لأكثر من خمسين عامًا، وتتم مقاومة الحشرات عن طريق إنتاج هذا البروتين مباشرة من خلال نباتات

---

(1) مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية - مصر - العدد الرابع سبتمبر ٢٠٠٣ .

القطن المعدلة. وتوضح الدراسات التي أجريت في هذا الشأن الفوائد الرئيسية لهذه التكنولوجيا ومدى تأثيرها على المزارعين في هذه المنطقة وهي :

(أ) الفوائد الاقتصادية:

استخدم ٩٢٪ من صغار المزارعين القطن المعدل وراثيًا عامي ٢٠٠١، ٢٠٠٢ مما أدى إلى انخفاض استخدام مبيدات الآفات Pesticides والأيدي العاملة، وتزامن هذا مع زيادة في المحصول تقدر بحوالي ٢٧-٤٨٪ (حوالي ٥٠ دولار لكل هكتار)، وأدى كل ذلك إلى تحسين مستوى المعيشة للمزارعين.

(ب) الفوائد الزراعية:

أدت زراعة القطن المعدل وراثيًا إلى انخفاض المخاطر الناتجة عن الإصابة بدودة اللوز Boll worm والتي تعتبر أخطر آفة حشرية تصيب محصول القطن، بالإضافة إلى توفير الوقت، وقد انعكس ذلك على كل من النساء والأطفال الذين يقومون بحماية المحاصيل وجمع المياه اللازمة لعملية الرش بالمبيدات حيث أصبح لديهم الوقت الكافي للقيام بأنشطة أخرى ومنها التعليم .

(جـ) الفوائد الصحية والبيئية:

أدى استخدام التكنولوجيا الحيوية في الزراعة إلى انخفاض عدد مرات استخدام مبيدات الآفات من نوع الفوسفات العضوي Organophosphates، مما أدى إلى انخفاض إنتاجها وبالتالي انخفاض عمليات الشحن والتخزين والتعرض للكيماويات، كما أعلن المزارعون عن تزايد أعداد الضفادع بالمنطقة ويعد ذلك دليلًا على مدى تحسن الظروف البيئية .

وهذا يبرهن على أن استخدام التكنولوجيا الحيوية في مجال الزراعة مع وجود استراتيجيات زراعية واضحة يعتبر أداة فعالة لمساعدة المزارعين في الدول النامية كما يؤدي إلى زيادة الإنتاج وتحسين المستوى الصحي والارتقاء بالناحية الاقتصادية

والاجتماعية .

ثانيًا: إنتاج نباتات فول معدلة وراثيًا ذات قيمة غذائية عالية:

تعتبر بذور الفول وجبة أساسية وهامة لملايين السكان في مصر نظرًا لاحتوائها على نسبة عالية من البروتين، ولسوء الحظ أن هذا البروتين تنقصه بعض الأحماض الأمينية الضرورية Essential aminoacids مثل حامض المثيونين Methionine والسيستين Cysteine، كما أن نقص عنصر الكبريت في الحامض الأميني يحد من القيمة الغذائية للفول مما قد يسبب إعاقة جسدية وعقلية عند الأطفال. ولم تتمكن برامج التربية التقليدية من حل هذه المشكلة، ويأمل العلماء في تحسين القيمة الغذائية لبذور الفول باستخدام الهندسة الوراثية، حيث أثبتت نجاحًا في محاصيل أخرى مثل الأرز .

التجارب المعملية:

(١) تم إدخال الجين المشفر للألبيومين (SFA8) الغني بالكبريت المأخوذ من نبات عباد الشمس Sunflower إلى جينوم نبات الفول بواسطة المحفز (B4) الخاص بهذا النبات البقولي والذي يحدث تعبيرًا خاصا في بذور الفول .

(٢) تم التأكد بواسطة التحليل الجزيئي Molecular analysis من وجود الجين المنقول وقدرته على التعبير في نباتات الفول .

(٣) أثبت التحليل زيادة احتواء بذور الفول المعدلة وراثيًا من الحامض الأميني المثيونين بنسبة ٧٦,٪ من البروتين الخام Crude protein للبذور، وتلك النسبة تمثل زيادة مقدارها ١٥,١٪ من المثيونين الكلي الموجود في البذرة، بالإضافة إلى ارتفاع نسبة الحامض الأميني السيستين بنسبة ٢٣٪ مقارنة بالأصناف التقليدية .

يعد الآن الفريق البحثي طلبًا لتقديمه إلى اللجنة القومية للأمان الحيوي بمصر للحصول على تصريح بزراعة بذور الفول خارج المعمل (تحت ظروف معينة) وذلك لمراقبة ورصد البروتين الغني بالكبريت في بذور الفول لأجيال متعاقبة .

ثالثًا: استخدام نباتات الذرة المعدلة وراثيًّا لإنتاج لقاح للوقاية من الالتهاب الكبدي بفيروس B (Hepatitis B Virus (HBV)):

استطاع فريق من العلماء بمعهد بحوث الهندسة الوراثية -مركز البحوث الزراعية- مصر إجراء اختبارات لاستخدام النبات كمصنع حيوي لإنتاج لقاح (HBsAg) للوقاية من هذا المرض، والذي يعتبر من أكثر الأمراض الفيروسية انتشارًا حيث يصيب حوالي ٣٥٠ مليون شخص في العالم مسببًا إصابات خطيرة والتهابًا حادًّا ومزمنًا وأيضًا أورام سرطانية في خلايا الكبد، لذا أصبحت هناك حاجة ملحة لإنتاج وتطوير لقاح فعال للوقاية من هذا المرض الخطير .

وفي كثير من مناطق العالم النامي يعد ارتفاع تكلفة اللقاحات عائقًا أمام العديد من السكان، وقد أدى ذلك إلى محاولة الحصول على الجين المسؤول عن إنتاج أجسام مضادة Antibodies لهذا الفيروس ونقله إلى النبات لإنتاج لقاح منخفض التكلفة وسهل الاستخدام وفي متناول المرضى، ويتم اختيار النبات لإنتاج اللقاح وفقًا لمعايير علمية واقتصادية، لذلك استقر الاختيار على محاصيل الحبوب خاصة الذرة نظرًا للآتي:

(١) لاحتوائه على نسبة عالية من البروتين .

(٢) لقدرته العالية على التعبير عن البروتين المستخدم في إنتاج اللقاح .

(٣) فضلًا عن أن حبوب الذرة المعدلة وراثيًّا يمكن حفظها لفترة طويلة كما يتم استهلاكها مباشرة أو على شكل دقيق .

وفي هذه الدراسة تم استخدام نبات الذرة الشامية لإنتاج اللقاح المقاوم لهذا الفيروس متبعًا الخطوات التالية:

التجارب المعملية:

(أ) استخدم الفريق البحثي الذرة الشامية (Zea mayz L.) كمصنع حيوي لإنتاج

البروتين المقاوم لفيروس B الكبدي (HBsAg) .

(ب) تم إعداد الناقل الجيني (pBHsAg) للجين المسؤول عن إنتاج الأنتيجين السطحي المحفز للجهاز المناعي (Hepatitis B surface Antigen) لإنتاج أجسام مضادة لفيروس B المسبب للالتهاب الكبدي وجين مقاومة مبيد الحشائش bar gene الذي يستخدم في انتخاب النباتات المحولة وراثيًا .

(جـ) تم قذف الناقل الجيني pBHsAg الحامل للجين المرغوب إلى داخل أنسجة الأجنة غير الناضجة لنبات الذرة .

(د) انتخاب خلايا الكالس الناتجة (خلايا غير متميزة) المحولة وراثيًا والمقاومة لمبيد الحشائش باستخدام بيئة مغذية (mg $\frac{1}{3}$ Bialaphos) تحتوي على المادة الفعالة لهذا المبيد، ثم نقل الكالس المقاوم إلى بيئة أخرى لتشجيع إعادة التمايز Regeneration والحصول على نباتات كاملة .

(هـ) تم التأكد من وجود الجين المنقول HBsAg في أنسجة النباتات المنتخبة بإجراء اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل PCR .

(و) تم التأكد من تعبير الجين في أنسجة النباتات المعدلة وراثيًا بإجراء اختبار Western blot immunoassay .

إن استخدام النباتات كمصنع حيوي لإنتاج لقاحات يعد أحد تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الواعدة، وهناك طريقتين لإنتاج هذا اللقاح :

الطريقة الأولى:

وفيها يتم إنتاج اللقاح داخل الأنسجة النباتية وبالتالي نحصل على ثمار محتوية على اللقاح يتم تناولها مباشرة .

الطريقة الثانية:

وفيها يتم استخلاص وتنقية البروتين المستخدم في إنتاج اللقاح من النبات وتناوله

كدواء عن طريق الفم (على شكل كبسولة) أو عن طريق الحقن .

وتعتبر الهندسة الوراثية وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية علامة مميزة على مدى تقدم الشعوب نظرًا لما تتطلبه من إمكانيات علمية عالية وأبحاث متطورة وتجارب معملية وحقلية تأخذ سنوات عديدة وتخضع لتقييم دقيق من عدة جهات متخصصة، كما تخضع لقواعد وإرشادات وقوانين صارمة حرصًا على سلامة الإنسان والحيوان والبيئة. ولقد حرصت مصر على أن يكون لها السبق في مجال استخدام التكنولوجيا الحيوية كدولة عربية ونامية، وهي أحوج ما تكون لتلك التكنولوجيا نظرًا للزيادة السكانية المطردة، تناقص الرقعة الزراعية، مشاكل ملوحة التربة، نقص المياه، الجفاف والتصحر Desertification وغيرها .

أما عن استخدام الهندسة الوراثية في مجال الزراعة، فهناك جامعات ومعاهد في مصر تعمل بدأب واجتهاد، وإنجازاتها متعددة وقيمة وتجاربها المعملية والحقلية التي استمرت عدة سنوات في مجال البحث والتطبيق والتقييم مؤهلة إلى الدخول في مجال التسويق بمنتجات عالية الجودة ومنافسة للمنتجات العالمية .

رابعًا- استخدام الهندسة الوراثية في إنتاج نباتات كوسة مقاومة للفيروسات:

يعتبر فيروس التبرقش الأصفر الزوكيني (ZYMV) من أخطر الفيروسات التي تصيب نباتات العائلة القرعية وخاصة نبات الكوسة حيث يؤثر على إنتاجية هذه المحاصيل بنسبة تتراوح ما بين ٤٠-٨٠٪ مما يهدد المساحة المنزرعة بأصناف الكوسة والتي تقدر بمائة ألف فدان تقريبًا، ولهذا الفيروس عدة سلالات أكثرها خطورة هي السلالة المصرية .

ومن المعروف أن مقاومة هذا الفيروس بالطرق التقليدية قد ثبت عدم فعاليته في الحد من خطورته وانتشاره. ومع ظهور تقنيات الهندسة الوراثية وإمكانية نقل الجينات من كائن لآخر وتطور علم الفيرولوجي واستخدامه في دراسة جينوم الفيروسات Viral genome، أدى ذلك إلى ظهور استراتيجيات مختلفة لإنتاج نباتات كوسة مقاومة لهذا

الفيروس والتي منها نقل جين الغلاف البروتيني الخاص بالفيروس إليها .

وقد استطاع الفريق البحثي في معمل نقل الجينات (GTL) بمعهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية (AGERI)، إنتاج نباتات كوسة مقاومة لهذا الفيروس وذلك باستخدام استراتيجية جين الغلاف البروتيني .

التجارب المعملية:

بدأ الفريق البحثي بتأسيس نظام إعادة التمايز لصنف الكوسة اسكندراني وبذلك تمكنوا من الحصول على نباتات كاملة في المعمل عن طريق زراعة الأنسجة Tissue culture، كما تم عزل جينوم الفيروس الخاص بالسلالة المصرية ZYMV-Eg وكلونة الجين المسؤول عن إنتاج الغلاف البروتيني وذلك بالتعاون مع معمل أمراض النبات الجزيئي (MPPL) بالمعهد. تم نقل هذا الجين والتأكد من وجوده وتعبيره داخل نباتات الكوسة الناتجة، وذلك بإجراء اختبارات معملية متخصصة مثل PCR كاختبار جزيئي، وELISA كاختبار سيرولوجي .

تقييم النباتات داخل الصوب والحقول:

قام الباحثون بتقييم مدى مقاومة تلك النباتات لفيروس (ZYMV) تحت ظروف الصوب البلاستيكية وذلك بإحداث عدوى ميكانيكية Mechanical infection باستخدام العصير المستخلص من نباتات مصابة بالسلالة المصرية من الفيروس، بدأ ظهور الأعراض المميزة للفيروس بعد فترة تراوحت بين ١٠-١٣ أسبوع من الزراعة، وكانت أعلى نسبة إصابة بالفيروس من ٤-٨٪ في النباتات المعدلة وراثيًا، بينما كانت من ٦٠-٨٠٪ في النباتات غير المعدلة، تم انتخاب النباتات الأكثر تحملًا للإصابة لتقييمها تحت ظروف الحقل المفتوح لمدة جيلين متتاليين كما تم تقييم الخواص البستانية للنباتات من حيث جودة الثمار ومدى ملاءمتها لعملية التسويق .

تقييم سلامة الغذاء على الإنسان والبيئة:

وجدير بالذكر أن تلك التجارب المعملية والحقلية لإنتاج نباتات كوسة معدلة وراثيًا مقاومة لفيروس التبرقش الأصفر الزوكيني قد بدأت منذ عام ١٩٩٤ واستمرت إلى الآن، وهي مدة كافية للتأكد من ثبات صفة مقاومة تلك النباتات للفيروس. وحاليًا يتم إجراء اختبارات أخرى على تلك النباتات تتعلق بسلامة الغذاء وتأثيره على البيئة وذلك في معامل متخصصة، يلي ذلك عرض نتائج تلك الاختبارات على لجنة الأمان الحيوي Biosafety committee لتقرر مدى صلاحية أصناف الكوسة المعدلة وراثيًا للتداول والتسويق .

خامسًا- إنتاج اصناف ارز معدلة وراثيًا مقاومة لمرض اللفحة Rice blast:

تعد مصر من الدول القليلة التي تنتج محصولًا عاليًا من الأرز، وتنتمي أغلب أصناف الأرز المصري إلى Oryza sativa، ويزرع في مصر سنويًا ١,٢ مليون فدان تقريبًا، تعطي محصولًا يقدر بحوالي ٣,٥ مليون طن، ويقدر إجمالي الدخل القومي National income منها بحوالي ٨٠٠ مليون جنيه مصري سنويًا .

يتعرض محصول الأرز في مصر للإصابة بمرض اللفحة الأرز الذي يسببه الفطر Pyricularia grisea محدثًا إصابات شديدة تؤثر على المحصول، وبالرغم من إنتاج أصناف مقاومة لفطر لفحة الأرز بطرق التربية التقليدية، واستخدام المبيدات لمكافحة الفطر، إلا أن مقاومة هذا الفطر ما زالت تمثل مشكلة خطيرة نظرًا لقدرته العالية على التغيير. لذلك كانت هناك حاجة ملحة لتطوير استراتيجية جديدة لمقاومة هذا الفطر تتمثل في إنتاج أصناف من الأرز مهندسة وراثيًا .

التجارب المعملية:

(١) التعرف على بروتينات دفاعية Defensive proteins مقاومة للفطر من نباتات لها القدرة على تثبيط نمو الفطر تتبع عائلة الكايتينيز Chitinase .

(٢) عزل جين بروتين الكايتينيز المقاوم للفطر وكلونته .

(٣) إنتاج بروتين الكايتينيز في البكتيريا وتنقيته لإجراء اختبارات السمية معمليًا على بيئة صناعية لمعرفة قدرته على مقاومة فطر لفحة الأرز .

(٤) نقل هذا الجين وتم التعبير عنه في أجزاء نباتية لأصناف الأرز المصرية .

(٥) إعادة التمايز للأجزاء النباتية المهندسة وراثيًا (الحاملة للجين) واختبار نشاط هذا الجين وقدرته على مقاومة الفطر، ومقارنة نشاطه بنشاط بروتين الكايتينيز .

(٦) بعد التأكد من نشاط بروتين الكايتينيز ومقاومته للفطر في أصناف الأرز المعدلة يتم إكثار النباتات بطرق زراعة الأنسجة .

(٧) بعد نجاح التجارب والاختبارات معمليًا وداخل الصوب، يستعد الباحثون حاليًا لإجراء الاختبارات الحقلية .

تخضع التجارب والأبحاث المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية في المعامل وداخل الصوب أو عند إجراء الاختبارات الحقلية إلى تطبيق القواعد الإرشادية التي أقرتها لجنة الأمان الحيوي، وهي اللجنة المسؤولة عن تقييم المحاصيل المعدلة وراثيًا ومعرفة مدى تأثيرها على كل من الإنسان والحيوان والبيئة من خلال اختبارات معملية متخصصة يتم إجراؤها على تلك المحاصيل، كما تقوم اللجنة بالتصديق على تلك المحاصيل بعد التأكد من سلامتها وتصرح بتداولها في الأسواق .

[1] سادسًا: إنتاج أصناف شعير معدلة وراثيًا تتحمل الضغوط البيئية:

إن إنتاج سلالات من الشعير قادرة على تحمل الضغوط البيئية القاسية باستخدام الهندسة الوراثية يمكن أن يؤدي إلى مضاعفة إنتاجية الفدان وهو ما يمثل إضافة دخل قدره ٢٥٠ مليون دولار إلى المزارعين في مصر وبالتالي إلى الدخل القومي، الأمر الذي يؤدي إلى تشجيع المزارعين والقطاع الخاص Special sector على استصلاح المزيد

(1) مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية - مصر - العدد السادس - نوفمبر ٢٠٠٣ .

من الأراضي الصحراوية. لذا ينبغي تعريف أصناف الشعير المصرية على المستوى الجزيئي ثم عمل نظام إعادة التمايز لها، وهذه هي الخطوات الرئيسية للمشروع البحثي:

أ- حصر التنوع الوراثي لأصناف الشعير المحلية المنزرعة باستخدام تقنية البيولوجيا الجزيئية:

تم تعريف وتمييز عددًا كبيرًا من أصناف الشعير ودراسة العلاقة بين تلك الأصناف من خلال إجراء التجارب التالية:

(١) دراسة صفات مكونات المحصول **Yield components** من حيث ارتفاع النبات والسنبلة، عدد الحبوب بها، وزن المائة حبة ومساحة الورقة.

(٢) إجراء التفريد الكهربي للبروتينات باستخدام **IEF or SDS-PAGE**، حيث وجدت حزم بروتينية ميزت كل صنف على حدة، كما تم التفريد الكهربي **Electrophoresis** لمشابهات الإنزيمات .

(٣) أدى استخدام تقنية **RAPID-PCR** إلى عمل بصمة وراثية **DNA fingerprint** لكل صنف، إلى جانب دراسة درجة القرابة بين الأصناف المختلفة وأدى ذلك إلى حصر التنوع الوراثي لأصناف الشعير المحلية المنزرعة في مصر .

(٤) التوصل إلى معرفة الواسمات الجزيئية **Molecular markers** المميزة لكل صنف لسهولة الكشف عن الأصول الوراثية لأصناف الشعير . .

ب- نقل الجينات المسئولة عن تحمل الضغوط البيئية لأصناف الشعير المنزرعة:

(١) كلونة ودراسة التعبير الجيني للجينات الخاصة بمقاومة الإجهاد البيئي والجفاف وهي **Bsrf41,Dhn3, Dhng, Haval and ABA related gene** وذلك في بكتيريا القولون **E.coli** .

(٢) عمل متراكبات جزيئية لكل من الجينين **Bsrf41 and Haval** بغرض إدخالهما إلى نباتات الشعير .

(٣) تأسيس نظام إعادة التمايز باستخدام أجنة ناضجة وغير ناضجة معزولة من أصناف الشعير المنزرعة .

ويعكف الباحثون في مركز بحوث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية بجامعة عين شمس على باقي أهداف المشروع البحثي لإنتاج أصناف شعير معدلة وراثيًا تتحمل الضغوط البيئية مما يساعد على غزو الصحراء وزراعة الأراضي الصحراوية تحت ظروف الإجهاد البيئي .

سابعًا- استخدام الهندسة الوراثية لإنتاج نباتات قمح تتحمل الجفاف:

يهدف هذا البحث المشترك بين كلية الزراعة جامعة عين شمس ومعهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية إلى إنتاج نباتات قمح معدلة وراثيًا تتحمل الجفاف وذلك عن طريق نقل جين فركتان Furctan-accumulating gene (cpy/sacB) من البكتيريا إلى نباتات القمح .

التجارب المعملية:

تم إدخال جين فركتان والجين الواسم bar gene إلى نباتات القمح المصري صنف جيزة ١٦٤ باستخدام طريقة القذف الجيني Shot gun، وتتضح أهمية الجين الواسم في تحديد وانتخاب النباتات التي حدث بها التعديل الوراثي حيث تتميز بمقاومة مبيد الحشائش Basta، وقد أدى استخدام هذا المبيد (Basta,1gm/L) إلى انتخاب النباتات التي أظهرت تعبيرًا عاليًا للجين الواسم، والنباتات المنتخبة تم استخدامها لاستكمال التجارب اللاحقة .

تم إجراء التحليل الجزيئي لجين فركتان والجين الواسم من حيث وجود واندماج ووظيفة كل منهما، وذلك باستخدام تقنيات RT-PCR, Southern blot and PCR للنباتات الناتجة T0 ونباتات الجيل الأول T1 .

التجارب داخل الصوب:

تهدف تلك التجارب إلى معرفة مدى تحمل النباتات المعدلة وراثيًا لضغط الجفاف Drought stress وذلك بإجراء تقييم لنباتات الجيل الأول T1 ومقارنتها بنباتات قمح غير معدلة. وقد قسمت النباتات المعدلة وراثيًا إلى مجموعتين، تم ري إحداها بالمعدل الطبيعي من المياه (١٤٠سم٣ /أصيص)، بينما تعرضت المجموعة الأخرى لضغط الجفاف حيث تم ريها بحوالي ٤٠٪ فقط من احتياجاتها المائية .

وقد أوضحت التجارب أن النباتات المعدلة وراثيًا من الجيل T1 كانت في حالة جيدة عند ريها بالمعدل الطبيعي وأيضًا تحت ضغط الجفاف. ويتضح مما سبق أن جين فركتان المنقول إلى نباتات القمح قد أظهر تحملًا عاليًا لضغط الجفاف. واستمرارًا لهذا البحث، وبعد نجاح تجارب الصوب يستعد الباحثون لإجراء التجارب الحقلية مع الالتزام بتطبيق القواعد الإرشادية للأمان الحيوي.

ثامنًا- إنتاج نباتات موز معدلة وراثيًا مقاومة للفيروسات:

يعتبر الموز من أهم المحاصيل في الدول النامية الاستوائية وشبه الاستوائية، وتعتبر مصر الدولة الرابعة في إنتاج الموز حيث تقدر المساحة المنزرعة بحوالي ٤٩٠٠٠ فدان، تعطي إنتاجًا يقدر بحوالي ٨٥٠٠٠٠ طن. ومن الملاحظ أن إصابة المحصول بالفيروسات يؤدي إلى انخفاض كبير في إنتاجية الفدان نظرًا لقدرة الفيروسات على الانتشار السريع بواسطة الحشرات خاصة فيروس تورد القمة في الموز (BBTV). ومقاومة تلك الفيروسات سواء كان باستخدام المبيدات لمقاومة الناقل الحشري أو باستخدام تقنية زراعة الأنسجة لإنتاج نباتات خالية من الفيروس لم تؤد إلى تحقيق النتائج المرجوة، لذلك أصبح إنتاج نباتات موز معدلة وراثيًا مقاومة لتلك الفيروسات هو الحل الأمثل.

وقد قامت كلية الزراعة بجامعة الإسكندرية بالتعاون مع معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية بإنتاج نباتات موز معدلة وراثيًا مقاومة لبعض الفيروسات وفيما يلي

موجز عن المشروع البحثي وما تم إنجازه في هذا الشأن .

أهداف البحث:

إنتاج نباتات موز معدلة وراثيًا تحتوي على جين الغلاف البروتيني لكل من الفيروسات التالية :

(١) فيروس BBTV والذي يسبب مرض تورد القمة في الموز (BBTD) .

(٢) فيروس Banana-CMV والذي يسبب مرض الموزيك في الموز (BMD) .

وذلك باستخدام تقنيات زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية باتباع الخطوات التالية :

(أ) جمع العينات والتأكد من الفيروسات :

تم جمع عينات من نباتات موز بها أعراض الإصابة بأمراض تورد القمة والموزيك، والتأكد من وجود تلك الفيروسات باستخدام سيرم مضاد متخصص لهما باستخدام تقنية ELISA .

(ب) عزل الجينات وتجهيز المتراكبات الوراثية :

(١) تم عزل جينات الغلاف البروتيني لكلا الفيروسين (BBTV and Banana-CMV).

(٢) تم كلونة الجينات Gene cloning موضع الدراسة بوضعها كل على حدة في إحدى البلازميدات، ثم إدخال هذه البلازميدات وبها الجينات في بكتيريا القولون E.coli .

(٣) تم عزل الجينات من البلازميدات ودراسة التتابع النيوكليوتيدي لها .

(٤) بعد التأكد من التعبير الجيني في البكتيريا ، تم كلونة هذه الجينات باستخدام ناقل التعبير النباتي حتى تستطيع الجينات من التعبير عن نفسها داخل خلايا نباتات الموز .

★ تاسيس نظام التحول الوراثي:

تم تأسيس نظام التحول الوراثي Genetic transformation لصنف الموزوليامز باستخدام تقنية الدفع الجيني عن طريق استخدام جينات bar and gus genes .

★ إدخال الجينات واقلمتها تحت ظروف الصوب:

تم إدخال جينات الغلاف البروتيني لكلا الفيروسين كل على حدة في صنف الموزوليامز واستكمال خطوات إعادة التمايز للحصول على نباتات كاملة ثم أقلمتها تحت ظروف الصوب .

★ الكشف عن الجينات في نباتات الموز المعدلة وراثيًّا:

تم الكشف عن وجود وتعبير الجينات موضع الدراسة باستخدام تقنيات PCR,Western blot and ELISA .

*** تقييم النباتات المعدلة وراثيًّا تحت الظروف الحقلية:**

بعد التأكد من نجاح التعبير الجيني لجين الغلاف البروتيني لكلا الفيروسين داخل خلايا نباتات الموز المعدلة ، يتم حاليًا تقييم قدرة تلك النباتات على مقاومة الفيروسات موضع الدراسة - في حقل منعزل وفي وجود نباتات غير معدلة وراثيًّا ومصابة بهذه الفيروسات (كمصدر للإصابة الفيروسية) مع عدم استخدام أي مبيدات لمقاومة الحشرات الناقلة لتلك الفيروسات .

[1] المحاصيل المحورة وراثيًا تستخدم في العثور على الذهب:

من المعروف أن جذور النباتات تمتص المواد الغذائية والمعادن من التربة، هذا وقد أكدت الأبحاث التي أجريت في جامعة الباسو-تكساس أن النباتات يمكنها أيضًا أن تمتص جزيئات صغيرة من المعادن التي قد تكون لها أهمية صناعية .

وفي واحدة من التجارب الحقلية تم زراعة البرسيم الحجازي في تربة صناعية غنية بجزيئات الذهب في حقل الجامعة وعندما قام الباحثون بفحص النباتات وجدوا جزيئات ذهبية فائقة الصغر قد تكونت بشكل عشوائي في الجذور وفي المجموع الخضري، وتم استخراج الذهب بواسطة إذابة المادة النباتية. ويجري الباحثون في الوقت الحاضر التجارب على معادن أخرى باستخدام نباتات القمح والشوفان بالإضافة إلى البرسيم الحجازي وذلك لاستخلاص جزيئات من معادن الفضة والبلاتين والحديد والبلاديوم. وعلى صعيد الإنتاج الصناعي فقد ذكر الباحثون أن النباتات يمكن أن تنمو في الصوب الزراعية في تربة غنية بالذهب أو يمكن زراعتها بالقرب من مناجم الذهب .

وفي المعمل الكيميائي القومي بالهند Nanobiotech يقوم علماء التكنولوجيا الحيوية فائقة الدقة الآن بأعمال مشابهة باستخدام أوراق نبات الجيرانيوم وذلك بغمسها في محلول غني بالذهب .

[2] لقد رفع الستار عن عصر جديد، هو عصر الجينوم والبروتيوم والمتابولون (دراسات الجينات والبروتينات والأيضيات على التوالي)، ولا أحد منا يعرف ماذا سوف يحدث على هذا المسرح، لقد توصل مجموعة من العلماء من اليابان وأوروبا وأمريكا إلى أعظم اكتشافات القرن وهو معرفة الخريطة الوراثية لأحد النباتات الحولية وهو نبات أريدوبسيس ثاليانا Arabidopsis thaliana، الذي ينتمي إلى الفصيلة الصليبية Curciferae التابعة لذوات الفلقتين .

---

(1) مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية - مصر- العدد السابع عشر- فبراير ٢٠٠٦ .

(2) أ.د. سيد خليفة - الأريدوبسيس نبات صغير كبير الأهمية- http://www.egypt.pibs.info/ arabidopsis.htm .

ويقرر الباحثون البريطانيون أن معرفة التركيب الجيني للنباتات بوجه عام أهم بكثير من معرفة التركيب الجيني للإنسان، وذلك لأن النباتات هي أساس النظام البيئي في العالم أجمع، وسوف يؤثر هذا الاكتشاف في كل ما له علاقة بالنبات، مثل الطعام، الملبس، الوقود، الطاقة، الصبغات، العطور والأدوية وغيرها. ويقدر عدد النباتات المعروفة حول العالم بنحو ٤٥٠ ألف نبات. ويعتبر العلماء أن نبات أربيدوبسيس مرجعًا لكل الأنواع الأخرى (فهو الأنسب لبحوث الهندسة الوراثية التي أدخلته التاريخ بمعرفة تركيبه الجيني تفصيليًا وترجع أهميته للآتي :

١- تم إحصاء المواضيع العلمية التي نشرت حول هذا النبات حيث وصلت لنحو ١٧٠٠ في عام ٢٠٠٠ فقط. كما وصل عدد الصور الفوتوغرافية التي شملتها البحوث العلمية إلى نحو ٢٦٥٠٠ . وأقيم له حتى الآن ٢٦ مؤتمرًا دوليًا أولها عقد عام ١٩٦٥، كما سيتم عقد ندوة خامسة في أوستن تكساس خلال يونيو ٢٠٠٥ . ناهيك عن العديد من المواقع الخاصة بهذا النبات على الشبكة العالمية .

٢- استنادًا على كشف النقاب عن تفاصيل عوامل وآليات النمو في هذا النبات يعمل الباحثون حاليًا على إنتاج محاصيل معدلة وراثيًا أوفر إنتاجًا، ألذ طعمًا، أكثر مقاومة للجفاف والأمراض، والحشرات بل والتغيرات المناخية .

٣- سيفسر هذا الاكتشاف جميع القواعد الجينية التي تحدث في النباتات المعدلة وراثيًا .

٤- يوجد به ١٠٠ جين نباتي متعلق بأمراض جينية عند الإنسان مثل الصمم الوراثي، العمى والسرطانات. . . . إلخ .

٥- تنتج النباتات المزهرة منه حوالي مائة ألف مادة كيميائية لا توجد في الحيوان، ومن ثم سيكون هذا الاكتشاف فتحًا جديدًا في عالم الأدوية .

٦- النبات له تركيب جيني سهل وبسيط (٥٪ من التركيب الجيني لنبات الذرة، ٤٪ من التركيب الجيني للإنسان) .

٧- يشغل النبات حيزًا صغيرًا جدًا، كما أن دورة حياته قصيرة حيث يصل لمرحلة النضج في غضون ستة أسابيع وينتج آلاف البذور .

٨- زراعته سهلة غير مكلفة مما يجعل التجارب الوراثية على عشرات الآلاف من النباتات أمرًا ميسرًا .

٩- لا يتأثر التركيب الجيني للنبات بتعاقب أجياله لآلاف السنين .

١٠- يوجد على نطاق واسع في المناطق المعتدلة في أوروبا وشرق أفريقيا، وآسيا واليابان وأدخل الولايات المتحدة وكندا .

- ويوجد من جنس الأريدوبسيس نوعين في منطقة سيناء هما : Arabidopsis pumila (willd) Busch and Arabidopsis kneuckeri (Bornm.) O.E.Schulz (Endemic).

- كما أمكن استخدام شتلات من أريدوبسيس المعدل وراثيًا تفرز خلايا أوراقه خضاب الأنثوسيانين الأحمر اللون، الذي يستحث تكوينه في وجود ثاني أكسيد النيتروجين الذي تطلقه المتفجرات ويؤدي إلى تلوين أوراق النبات باللون الأحمر، خلال ثلاثة إلى خمسة أسابيع، الأمر الذي يسهل كثيرًا من عملية الكشف عن الألغام المضادة للأشخاص مما يعد هذا كشفًا جديدًا لمواجهة زراعة الألغام .

وحسب تصريح لوكالة الفضاء والطيران الأمريكية (ناسا) فقد أصبح في حكم المؤكد أن المستكشف الأول للمريخ سيكون نوعًا جديدًا عبارة عن خليط من الكائنات الهجينة الناتجة عن المزاوجة الجينية بين عدة كائنات حية، وأن المسألة لم تعد ضربًا من الخيال العلمي أو التمني، بل هي حقيقة يتم تفعيلها الآن. والمرشح الأول لأداء هذه المهمة الصعبة هو كائن جديد من مجموعة النباتات الهلامية Jelly plants التي صممت خصيصًا لارتياد الفضاء الخارجي والعمل كرائد فضاء وكمختبر حي لاستكشاف بيئة المريخ وتحليل ظروفها بكل سهولة، ونتج الكائن الجديد من المزاوجة الجينية بين نبات أريدوبسيس ثاليانا المعدل وراثيًا وسمكة قنديل البحر Jelly

fish وهي من فصيلة قنديل البحر المشع Aequorea victoria . ويعكف البروفيسور (روب فرل) الأستاذ بجامعة فلوريدا الأمريكية على تدريب وترويض وإعداد تلك الكائنات المبتكرة لريادة الفضاء .

وقد صمم الجيل الأول من هذه النباتات بعناية فائقة بحيث تتوهج في الظلام وتبعث بضوء أخضر ناعم في حالة تعرضها لبعض المؤثرات الخارجية، وستقوم كاميرا دقيقة في المختبر الفضائي برصد هذه الهالات ونقل هذا الوهج على هيئة رسالات شفرية فورية محددة لتخبر الباحثين على الأرض بطبيعة المشاكل والأخطار التي تهدد النباتات وتعيق نموها على سطح المريخ مثل نقص الأكسجين أو ندرة المياه أو تدني مستوى العناصر الغذائية في التربة .

وحسب تصريح (ناسا) فمن المقرر أن تستوطن هذه الكائنات الحية المعدلة وراثيًا المريخ لأول مرة عام ٢٠٠٧، ولكن العلماء قد بدأوا في التجهيز لهذه المهمة الفريدة منذ نهايات القرن الماضي، وظهرت النماذج الأولية لهؤلاء الرواد الأوائل المتوهجين في عام ١٩٩٩، عندما أرسل (فرل) الجيل الأول من هذه النباتات المحورة وراثيًا للفضاء على متن مكوك الفضاء، وتوهجت جذور نباتات الأربيدوبسيس في بعض المناطق تأثرًا بانخفاض نسبة الأكسجين .

[1] مع التطورات المذهلة والقفزات السريعة في مجال الهندسة الوراثية يجب أن نطلق العنان لخيالنا لتصور ما سيكون عليه مستقبل أطفالنا، بل ومستقبلنا القريب، إلا أن هذا ليس خيالًا، ففي المستقبل القريب سنزرع البلاستيك .

بالطبع ليس بهذا المعنى الحرفي، لكنه سيكون ناتجًا ثانويًا لزراعة بعض المحاصيل مثل الذرة وفول الصويا، فقد استطاع فريق من الباحثين من جامعة برديو Purdue استنساخ جين من إحدى النباتات المعملية المعروفة (Arabidopsis)، وبإضافة هذا الجين إلى بعض المحاصيل يقوم بإنتاج إنزيم يعمل على حث النباتات على

(1) بثينة أسامة - أشجار تطرح البلاستيك - Islamonlie.net- ٢٠٠١/٢/٢٧ .

حفظ وتخزين بعض المركبات التي يمكن استخدامها كمواد أولية لإنتاج البلاستيك دون أن يؤثر هذا على صحة النبات .

من المعروف أن البترول هو أساس صناعة كل أنواع البلاستيك تقريبًا، غير أن النباتات التي سيضاف لها هذا الجين سيكون لديها القدرة على صناعة أنواع جديدة ذات خصائص أكثر تميزًا من حيث الشدة أو المرونة، وليس فقط على إنتاج مواد أولية يمكن استخدامها في صناعة أنواع البلاستيك الموجودة حاليًا والمصنعة من البترول .

والبلاستيك الذي نستخدمه حاليًا ينتج عن طريق عمل سلاسل من مركبات مشتقة من البترول ويطلق على تلك السلاسل بوليمارات Polymers، كما يطلق على الجزيئات المفردة المكونة لتلك السلاسل مونومارات Monomers، وحتى الآن يعوق إنتاج العلماء لأنواع متعددة من البلاستيك وجود عدد محدود من المركبات التي يمكن عملها من المونومارات الموجودة في البترول، إلا أن النباتات ستحل تلك المشكلة، حيث ستمكن العلماء من إنتاج كمية هائلة من المركبات المختلفة التي يمكن استخدامها في إنتاج أنواع عديدة ومتطورة من البلاستيك تحمل خصائص غير متوفرة في أنواع البلاستيك الحالي .

ومن جهة أخرى يحاول فريق البحث نفسه حث أنواع من الميكروبات المهندسة جينيًا مثل E.coli على إنتاج مونومارات لنوع من البلاستيك يستخدم في خيوط السجاجيد، بالإضافة لاستخداماته الأخرى، إلا أن النباتات تعتبر الأنسب لإنتاج مونومارات البلاستيك من الناحية الاقتصادية .

آخر عنقود هندسة الجينات:[1]

في تسارع غير مسبوق، وفي خلال أقل من ٤٨ ساعة أعلن علماء من عدة دول عن نجاحهم في تحوير ثلاثة كائنات حية عن طريق استخدام تقنيات التحوير الوراثي، واشتملت القائمة الجديدة التي تعتبر آخر مستحدثات الهندسة الوراثية، على شجرة مطاط محورة وراثيًا، لتنتج بروتينات بشرية، وتفاح بناتي (عديم البذور)، وحشرة العث التي تقضي بيولوجيًا على بعض الآفات التي تصيب نبات القطن .

أعلن يوم الجمعة ٢٠٠١/٢/٩ في مؤتمر بيوفيجن للتكنولوجيا الحيوية في ليون بفرنسا عن إنتاج أول شجرة مطاط مهندسة وارثيًا تنتج بروتينات بشرية لأغراض علاجية. ومن المتوقع أن تعمل شجرة المطاط كمفاعل حيوي Bioreactor رخيص الثمن، ومتجدد ينتج الدواء والكيماويات الصناعية بكميات كبيرة .

وحقق هذا الإنجاز العلمي عالم البيولوجيا الجزيئية (هونج-يت يانج) من معهد بحوث المطاط Rubber في ماليزيا، عن طريق تحوير أشجار المطاط وراثيًا لتفرز بروتينًا بشريًا (زلال المصل البشري) الذي يستخدم كعلاج مغذٍ يعطى للمرضى في غرف العناية المركزة، بالإضافة إلى إنتاج الأجسام المضادة للبكتيريا داخل العصارة اللبنية المستخرجة من الشجرة. وأجرى (يانج) تعديلات جينية تسمح بإفراز هذه المواد داخل العصارة فقط، ولا يتم تكوينها في أنسجة الشجرة الأخرى، وما زال لديه العديد من الخطط المعدة مسبقًا لتعديل أشجار المطاط، كي تنتج بروتينات صناعية وعقاقير غالية الثمن، ومواد كيماوية تستخدم في صناعة الشامبو ومعجون الأسنان والمنظفات Detergents .

وقال يانج : تنتج كل شجرة ما بين ١٠٠، ٣٠٠ مليلتر من عصارة المطاط اللبنية (اللاتكس)، ويمكن أن تجمع العصارة يوميًا أو يومًا بعد يوم، وإذا كان الهكتار الواحد

---

(1) د. طارق يحيى قابيل- شجرة وتفاحة وحشرة آخر عنقود هندسة الجينات- Islamonline.net- ٢/١٧/ ٢٠٠١ .

من الأرض يحتوي على ٤٠٠ شجرة، فسوف تكون الغلة كبيرة، وستؤدي في النهاية إلى تخفيض تكلفة المنتجات الدوائية والكيماوية الصناعية لتصبح رخيصة الثمن. وبرغم تميز أشجار المطاط برخص الثمن إلا أن هذه الأشجار الجديدة المعدلة وراثيًا لا تقدر بثمن، ويمكن استغلال العصارة اللبنية بطريقة طبيعية لإنتاج المطاط بعد استخراج البروتينات الهامة منها، كما يمكن إنتاج أشجار جديدة تتميز بإنتاج المطاط بمواصفات صناعية محددة حسب الطلب .

تفاح بناتي:

وفي نيوزيلندا أنتج فريق من خبراء الهندسة الوراثية تفاحًا معدلًا وراثيًا يتميز بلذة المذاق وكبر حجمه وخلوه من البذور (بناتي). وهذه الأصناف يحتمل أن تكون أغلى من مثيلاتها العادية ذات البذور. وتعكس الكلفة العالية صعوبة إنتاج ثمار بدون بذور، حيث تتطلب في معظم الأحوال وجود طفرة Mutation، هجن عقيمة Sterile hybrids وعمالة كثيرة ومعالجة مكثفة للأزهار باستخدام الهرمونات النباتية. وتحتاج الأسواق العالمية الكثير من الهجن ثلاثية المجموعة الصبغية Triploidy مثل البطيخ عديم البذور، لتلبي الاحتياج المتزايد من هذه الثمار سهلة الأكل سهلة التهيئة في أغراض الصناعة والتعليب Canning .

أما حشرة العث فلا مجال لذكرها الآن .

أصبحت الهندسة الوراثية أحد أهم الأسلحة التقنية الحديثة التي تستخدم بشكل متنامٍ في زيادة الإنتاج الزراعي، ويناط بها آمال كبيرة لغزو القرن الواحد والعشرين. وقد تحققت نتائج علمية باهرة في الأيام الأخيرة من هذا العام، فبعد عدة أيام من الإعلان عن إتمام الخريطة الوراثية لنبات (الأرابدوبسيس) الذي يعتبره علماء وراثة النبات فأر التجارب النباتي، تم الإعلان عن إنتاج بطاطس تتوهج في الظلام وتطلب السقاية والارتواء عند العطش، لتعمل كناقوس ينذر المزارعين عند احتياج النبات للماء وعند إحساسه بالخطر .

وقاد هذا المشروع البروفيسور (أنتوني تريوافاس) الباحث بجامعة أدنبرة بالمملكة

المتحدة، والذي قال في مستهل تعليقه على البحث: هذه هي زراعة المستقبل Future culture، لقد حاولنا أن نصمم طريقة لمراقبة الحقول أثناء الزراعة ولم نجد حارسًا أحسن من النبات نفسه الذي من الممكن أن يخبرنا بما يشعر به وبما نريده من المعلومات التي نحتاجها عن المحاصيل أثناء زراعتها .

تم تحوير نبات البطاطس وراثيًا بحقنه بجين ينتج بروتينًا متوهجًا يسمى (GFP) ويتوهج هذا البروتين حال تعرض النبات للضغوط والإجهاد البيئي. وتم استخلاص هذا الجين من قنديل البحر المضيء (إيكورى فيكتوريا Aequorea victoria) الذي يتوهج عادة في حالة شعوره بالخطر وعند مهاجمة الأعداء .

ولقد شارك قائد هذا الفريق البحثي من قبل في عزل جين التوهج Lighting gene من قنديل البحر، كما شارك أيضًا في إنتاج طحالب ونباتات تبغ تتوهج في الظلام. ولقد كلل نجاح أبحاثه بإنتاج البطاطس المضيء ليكون أول نبات محصولي ذي أهمية اقتصادية قصوى يتوهج في الظلام .

والجيل الأول من البطاطس المتوهجة غير معد للاستهلاك الآدمي، لاحتمال أن ينتج هذا الجين بعض التأثيرات الجانبية، كبعض السموم او مسببات الحساسية. ومن المتوقع أن يتم إنتاج نباتات أخرى من هذا النوع المتوهج، لتقوم بدور الحراس وتنذر المزارعين بالأخطار التي تحيق بالمزروعات. ولقد أكدت تجارب سابقة نجاح التحوير الوراثي في إنتاج نباتات تتوهج في الظلام حال تعرضها للعديد من المؤثرات الخارجية، مثل الجروح والإصابة بالأمراض، ومما يثير الدهشة حقًا، أن بعض النباتات المختبرة بدأت بالتوهج قبل إصابتها بمرض فطري بحوالي أسبوع كامل .

ويرى الوهج الصادر من البطاطس بصعوبة بالعين المجردة، ولكن يمكن أن يظهر الوهج جليًا باستخدام جهاز صغير يحمل باليد، ويمكن أن توزع بذور مثل هذه النباتات المتوهجة مع بذور المحاصيل المهمة ولو بنسبة ضئيلة (بذرة واحدة لكل ألف بذرة من البذور العادية)، مما يؤدي إلى سرعة تدخل المزارعين لرعاية محاصيلهم في الوقت المناسب.

بريطانيا تحول المحاصيل المعدلة وراثيًّا إلى وقود Fuel[1]:

يمكن تعريف التكنولوجيا الحيوية على أنها عمليات معالجة صناعية مبنية على نظم حيوية تشمل كائنات دقيقة طبيعية المنشأ، وكائنات دقيقة تم تعديلها عن طريق الهندسة الوراثية أو خلايا نباتية أو حيوانية معزولة، بهدف إنتاج سلالات جديدة من النباتات أو الحيوانات. وتشمل التكنولوجيا الحيوية أيضًا استخدام عمليات المعالجة الحيوية المتنوعة في صناعة المنتجات وتقديم الخدمات .

تسعى شركات التكنولوجيا الحيوية في بريطانيا للسماح لها بزراعة المحاصيل المعدلة وراثيًا على مساحة مليون فدان للحصول على وقود أخضر للسيارات. وقد ذكرت صحيفة إنديبندنت أن القمح المعدل وراثيًا وبنجر السكر والشلجم (زيت بذرة اللفت Rape oil) قد يصبح بديلًا للبنزين والديزل. وقد تم طرح تلك الخطة كخطوة تتناسب مع شعار (صديق البيئة)، بينما أعلنت جماعة الحفاظ على البيئة إن تحقيق ذلك سوف يمنع القليل من الأخطار الأساسية التي تصاحب التكنولوجيا الحديثة. وتخطط الحكومة إلى تزويد السيارات واللوريات بحوالي ٥٪ من الوقود الناتج من تلك المحاصيل في عام ٢٠٠٩ وذلك لخفض نسبة حرق الوقود (البنزين والديزل) الذي يؤدي إلى ظاهرة الاحتباس الحراري في العالم. كما أعلن أن تلك الخطة يمكن تحقيقها بزراعة ١,٧ مليون فدان من الشلجم المعدل وراثيًا، أو أكثر من ١,٢٥ مليون فدان من القمح وبنجر السكر. وأضاف أن زيادة إنتاج المحاصيل المعدلة وراثيًا يمكن أن يؤدي إلى الحصول على كميات كبيرة من الزيوت .

التخلص من النفايات السامة بزراعة الأشجار المعدلة وراثيًّا:

استطاع فريق من الباحثين في جامعة جورجيا إجراء أول اختبار حقلي من نوعه باستخدام الأشجار المعدلة وراثيًا للتخلص من النفايات السامة. أظهرت نتائج تلك

---

(1) أخبار التكنولوجيا الحيوية عالميًا- http://www.egypt-bic.com/ravah7htm

الاختبارات أهمية تقنية Phytoremediation وهي تقنية استخدام الأشجار والنجيل وغيرها لإزالة المواد الضارة من التربة. وأعلن Richard Meagher أستاذ علم الجينات في الجامعة قائلًا : نحن نأمل أن نجد فرقًا جوهريًا لانخفاض مستويات عنصر الزئبق في التربة خلال ١٨ شهرًا. وهي المرة الأولى التي يجري فيها تجاربه مستخدمًا الأشجار والتي تتميز بجذور أكبر ودورة حياة أطول مما يؤهلها لأن تكون أفضل على المدى الطويل لتنظيف التربة الملوثة. كما أجرى فريق الباحثين مع ميجهر أول تجربة حقلية باستخدام نباتات الدخان المعدل وراثيًا لإزالة عنصر الزئبق وذلك بزراعته في أحد حقول التجارب بمدينة نيوجرسي عام ٢٠٠١ .

ويعتبر ميجهر رائدًا على مدى عقد كامل في هذا المجال، كما أنه أول من أوضح أن هناك جين يسمى Mer A يمكن إدخاله في الأشجار لاستخدامها في إزالة الزئبق من البيئة .

التكنولوجيا الحيوية من اجل افريقيا:

كيف يمكن أن تكون التكنولوجيا الحيوية مناسبة لأفريقيا؟

أجاب على هذا التساؤل معهد دراسات التقنية (IDS) بجامعة سايكس موضحًا أن التكنولوجيا الحيوية في أفريقيا يجب أن تتناول القيود الاجتماعية الاقتصادية والزراعية التي تواجه أصحاب الحيازات الصغيرة من المزارعين. كما أعلن أن التكنولوجيا الحيوية المناسبة لصغار المزارعين في أفريقيا يجب أن تتسم بالآتي :

(١) أن تكون في متناول المزارعين ولا تحد من حريتهم في الاحتفاظ بالبذور أو تبادلها .

(٢) أن يسهل إدارتها وأن تكون مناسبة للمساحات الصغيرة من الأراضي .

(٣) أن تناسب الظروف المعيشية وأشكال العمالة المتاحة .

(٤) أن يتناسب استخدامها مع أنظمة الزراعة المختلفة والمحاصيل بأصنافها

المتعددة .

(٥) أن يكون لديها الدعم الكافي للدخول إلى أسواق الائتمان والحصول على الخدمات الإرشادية .

(٦) أن تكون مناسبة وآمنة عند دخولها إلى البيئة المحلية .

(٧) أن تكون هناك أولوية بالنسبة للصفات المرغوبة في النبات مثل صفة تحمل الجفاف وزيادة القيمة الغذائية Nutritional value ومقاومة الأمراض وتحمل مبيدات الحشائش .

[1] يزرع على مستوى العالم أكثر من ٨١ مليون هكتار (٢٠٠ مليون إيكر) من المحاصيل المعدلة وراثيًا . يتبوأ فول الصويا صدارة هذه المحاصيل من حيث المساحة المنزرعة (٤٨,٤ مليون هكتار) يليه الذرة الشامية (١٩,٣ مليون هكتار) ثم القطن (٩ مليون هكتار) وأخيرًا الكانولا (٤,٣ مليون هكتار) .

الاحتياجات المستقبلية من منتجات الثروة الحيوانية وحبوب العلف :

من المتوقع أن يزداد الطلب على منتجات الثروة الحيوانية بزيادة التعداد السكاني بالإضافة إلى زيادة حركة التعمير وزيادة الدخل في مناطق كثيرة من العالم النامي ، فمن المتوقع أن ترتفع حصة الفرد من استهلاك اللحوم والألبان والبيض بنحو ٢٪ وزيادة نسبة احتياج العالم من اللحوم بأكثر من ٥٥٪ من الاستهلاك الحالي بحلول عام ٢٠٢٠ وسيكون النصيب الأكبر في هذه الزيادة للدول النامية .

ولذلك فإن الطلب على الحبوب المستخدمة كأعلاف Fodders سيتزايد بنسبة ٣٪ في السنة في الدول النامية وبنحو ٠,٥ ٪ في الدول المتقدمة . ومن الحقائق المؤكدة أنه لإنتاج كيلوجرام من اللحم الحيواني يجب استخدام ٣ كيلوجرام من حبوب الأعلاف تقريبًا ، بينما يتطلب إنتاج الكيلوجرام من الألبان كيلو جرام من الحبوب في المتوسط ،

---

(1) إسهامات تكنولوجيا التحول الوراثي في قطاع الثروة الحيوانية- مركز المعلومات للتكنولوجيا - Book K11 - مصر .

ومن المعروف أن فرص زيادة الأراضي الزراعية محدودة للغاية ومن هنا يجب أن تكون الزيادة في إنتاج الأعلاف عن طريق الزيادة في المحصول .

الاستخدامات الحالية للأعلاف المعدلة وراثيًا في النظام الغذائي للثروة الحيوانية:

تبلغ نسبة الحبوب المستخدمة كعلف للحيوانات من إجمالي إنتاج محصول القمح في العالم ١٨٪، السورجم (الذرة الرفيعة) ٥٢٪، الذرة ٧٠٪ والشوفان ٧٥٪ ومن الحبوب المستخدمة في استخراج الزيوت ٩٠٪. ويفضل مربي الماشية في العديد من دول العالم حبوب الذرة وفول الصويا كوجبات لاكتساب الطاقة وكمصدر للبروتين وكنظم غذائية للحيوانات العادية والمجترات **Ruminants**. ويبلغ إنتاج العالم من حبوب الذرة الشامية المعدلة وراثيًا حوالي ٩٠ مليون طن يستخدم منها ٦٥ مليون طن في النظام الغذائي للماشية سنويًا، كما يستخدم ٧٠ مليون طن من فول الصويا لنفس الغرض سنويًا .

سلامة المحاصيل المعدلة وراثيًا المستخدمة كعلف:

عند الحديث عن سلامة استخدام المحاصيل المعدلة وراثيًا كعلف للحيوانات فإن هناك بعض التساؤلات التي يتطلب الرد عليها بوضوح وشفافية :

(١) هل المحاصيل المعدلة وراثيًا آمنة وصالحة للاستخدام كعلف للحيوان؟

(٢) هل يتأثر سلوك الحيوان بالمحاصيل المعدلة وراثيًا؟

(٣) هل يمكن انتقال المواد الجينية من المحاصيل المعدلة وراثيًا إلى الألبان واللحوم والبيض وتراكمها في هذه المنتجات؟

وللرد على هذه التساؤلات تم عمل تجارب تغذية لاختبار أمان وكفاءة الأعلاف Fodder efficiency المعدلة وراثيًا على حيوانات المزرعة. وعلى أساس هذه الدراسات أوضحت النتائج أنه :

(١) لا يوجد أي تغير معنوي في المكونات الغذائية أو أي تأثيرات ضارة.

(٢) لا يوجد أي دليل على وجود الحامض النووي المستخدم في التعديل الوراثي أو البروتين الناتج عنه في أي من المنتجات الحيوانية الناتجة من حيوانات مغذاه على هذه الأعلاف، ويعزى ذلك إلى أن الجهاز الهضمي **Digestive System** للحيوانات يتميز بالهضم السريع، بالإضافة إلى أن الدراسات أثبتت أن عمليات التغذية ينتج عنها تفتيت وتكسير وتجزئة للحامض النووي.

(٣) يتشابه سلوك الحيوان عندما يتغذى على الأعلاف المعدلة وراثيًا مع سلوك الحيوانات **Animal behaviour** الأخرى التي تتغذى على أعلاف غير معدلة .

مستقبل الأعلاف الناتجة من محاصيل معدلة وراثيًّا:

وبنظرة مستقبلية نجد أن مكونات العلف المعد من محاصيل معدلة وراثيًا ستفيد الثروة الحيوانية حيث سيتم تحسين جودة الأعلاف ورفع قيمتها الغذائية، وذلك لارتفاع مستوى البروتينات والزيوت والأحماض الأمينية (كالمثيونين) ونسبة البروتين الحر والمرتبط المتواجدة في محاصيل العلف الرئيسية. كما يقوم الباحثون بدراسة طرق لتحسين هضم القمح والشعير والشوفان .

ولقد أكدت البحوث على أن استخدام الذرة المقاومة للحشرات يحسن من جودة الأعلاف عن طريق تقليل التلوث بالسموم الفطرية، فوجود هذه السموم في الحبوب المستخدمة كعلف أو مكوناتها يجعلها غير ملائمة لاستهلاك الحيوان أو الإنسان ومن الممكن أن تسبب مخاطر صحية جسيمة. كما يتم الآن تطوير محاصيل معدلة وراثيًا تنتج فاكسينات لها القدرة على السيطرة على أمراض مهمة في الثروة الحيوانية عند تواجدها بالعلف .

(1) عادة ما تنصب الاهتمامات التي يفرضها الجدل المحتدم حول الهندسة الوراثية على المخاطر التي تهدد صحة الإنسان Human health، إلا أن هناك مجموعة من المخاطر البيئية الكامنة تهدد النظام البيئي Ecological system، الأمر الذي يعكس حاجة ماسة إلى قدر مساوٍ من الاهتمام، خاصة إذا تجاوزت تلك التهديدات مجرد صحة الإنسان على أهميتها إلى المنظومة البيئية التي يرتبط بها وجود الحياة على كوكبنا .

ومما يؤسف حقًا هو افتقار العلماء لبيانات دقيقة مفصلة لبحث الآثار السلبية على البيئة نتيجة الاستزراع الواسع لمنتجات هندسة المحاصيل وراثيًا، خاصة إذا ما أخذ في الاعتبار أن التقنية نفسها جديدة، فضلًا عن السرعة البالغة في إنزال تطبيقاتها على أرض الواقع .

المعارضون والمؤيدون:

لقد اندلع مؤخرًا خارج الأوساط العلمية فصل مثير من فصول الحرب الدائرة بين معارضي الهندسة الوراثية ومؤيديها . حيث يرى المعارضون أن هناك أخطارًا قد تسببها المحاصيل المهندسة وراثيًا على البيئة من جراء انتقال جين ما من أي نوع من أنواع الحيوانات، النباتات، البكتيريا أو الفيروسات إلى أي نوع آخر من الكائنات الحية بغض النظر عن مدى العلاقة بينهما، ومثال ذلك نقل الجين الذي يتوهج به قنديل البحر إلى بعض النباتات. ترى جماعات السلام الأخضر وحماية البيئة أن هذا العبث العلمي قد يؤدي إلى نشوء كائنات ممسوخة Metamorphosed organisms ذات صفات تركيبية جديدة تمامًا، وهي غالبًا ضارة في مجملها، وإن لم يبد ذلك في حينه، بالإضافة إلى الأثر التدميري للبيئة الذي يمكن أن تحدثه هذه التقنية .

بينما ترى الشركات التي تربح البلايين ومن يدعمها من الحكومات أن ثورة التقنية الحيوية الجزيئية لا تعود إلا بالخير على رفاهية البشر Human welfare ويزايدون على الفوائد الجمة العائدة من هذه التقنية، كزيادة إنتاجية المحاصيل، تحسين النكهة،

---

(1) هشام سليمان- المحاصيل المهندسة وراثيًا وباء بيئي- Islamonline.net - ٢٠٠١/٣/٢٧ .

الشكل، الطعم وتعظيم القيمة الغذائية، وتقليل أو إلغاء استخدام المبيدات .

يحذر المعارضون من أن هذه الفوضى الجينية من الممكن أن تفضي إلى أنواع أخرى من النباتات غير المحصولية، تقضي بدورها على أمم أخرى من الحشرات ضارة كانت أو نافعة لها دورها الذي تلعبه في التوازن البيولوجي Biologic balance . ثم ينشطون ذاكرة المؤيدين بأن الاعتماد الزائد على المبيدات المستخدمة في مقاومة الحشرات والآفات قضى على حشرات نافعة، وأوجد كنتيجة عكسية أنواعًا أخرى من الحشرات أكثر مقاومة للمبيدات .

تحذيرات علمية ومخاطر غير منظورة:

تقول الدكتورة ميتشيل مارفير بجامعة سلنتاكلارا أنه يجب للوقوف على المخاطر البيئية إخضاع هذه المحاصيل المعدلة وراثيًا للتجارب المباشرة تحت ظروف بيئية مختلفة، بطرق زراعية متباينة في أوقات متعددة من السنة لأنواع مختلفة للجنس نفسه الذي ينتمي إليه النبات المحصولي المهندس وراثيًا للتأكد من خلوه من أي خطر بيئي، وقبل ذلك يصبح لزامًا على منتجي هذه المحاصيل التأكيد على سلامتها بيئيًا، وهو ليس متاحًا حاليًا، لذا فإن عدم التوقف عن استزراعها على نطاق واسع مخاطرة غير محمودة العواقب .

وإذا كانت المخاطر التي ساقها المعارضون على وجاهتها تنقصها البصيرة العلمية Scientific insight ، فإن الدكتورة (مارفير) تلفت النظر إلى مخاطر أخرى لم ينتبه إليها أحد بعد فتشير إلى أن التطبيق الواسع لاستزراع نبات محصولي مقاوم للحشرات، سيؤدي إلى انتقال جينات مقاومة الحشرات إلى نبات بري قريب له، وهذا أمر شائع جدًا في الطبيعة، حيث وجد أن ١٢ من أهم ١٣ نباتًا محصوليًا في العالم تتهاجن في الطبيعة تلقائيًا مع أقاربها البريين، مما يؤدي إلى زيادة قدرة ذلك النبات البري على مواجهة الحشرات، وهي صفة غير مرغوبة، مما يؤدي لزيادة مفرطة في المساحات التي ينتشر عليها النبات البري، وهذا يعني أننا أوجدنا عشبًا ضارًا جديدًا يتوغل على حساب النبات المحصولي ويطغى عليه .

وإذا كان بعض العلماء يجادل في إمكانية حدوث مثل تلك الزيادة في نمو النبات البري، فإن الخطر الماثل في ظهور أعشاب ضارة جديدة يمكن الوقوف عليه بعد إجراء بعض التجارب البيئية، عن طريق تقدير الأثر الذي قد يحدثه النبات المعدل وراثيًا بعد تعريضه لبعض الحشرات والآفات ومراقبة الأثر الناجم عن ذلك على نمو وإنتاجية النبات، وهو ما يسمى Meta-analysis .

وبالفعل أجريت هذه التجارب على حوالي ٥٢ تركيبًا مختلفًا من نباتات معدلة وراثيًا لمقاومة الحشرات على امتداد ١٨ مساحة مزروعة، لنفاجأ بمعدلات نمو وإنتاجية خارقة، حيث كان الأثر غير المباشر لتعديل النبات جينيًا لمقاومة الحشرات هو زيادة كبيرة في البنية التكاثرية للنبات بمعدل ٨١٪ عن مثيله الطبيعي غير المعدل .

وإذا أخذ في الاعتبار أن زيادة عدد البذور لا يعني بالضرورة زيادة في إنتاجية الأعشاب الضارة الجديدة وبالتالي قدرتها على الانتشار، إلا أنه لا يستطيع أحد أن ينكر أن قلة عدد البذور تعني محدودية انتشار النبات البري حال تكاثره طبيعيًا لعدة سنوات، وعليه فإن الاستخدام الواسع لاستزراع النبات المحصولي المقاوم للحشرات سوف يتسبب حتمًا في جعل الأقارب البريين له أعشابًا ضارة .

على أية حال لدينا في هذا الشأن دراستان :

الأولى: قامت بها لوسي جون، حيث درست وزملاؤها تأثير حبوب اللقاح Pollen grains التي تنتجها الذرة المعدلة وراثيًا لمقاومة الحشرات والتي تكون مركبًا سامًا يدعى Bt toxin يقتل القمل القارض، ويمكن للريح أن تنقل حبوب لقاح هذه الذرة لما يزيد على مسافة ٦٠ مترًا، لتغطي بذلك أسطح نبات حشيشة اللبن، لتأكل منه يرقات فراشة الملكة فتلقي حتفها . وقد كانت نتيجة التجربة التي قامت بها لوسي جون هي بقاء كل اليرقات التي تغذت على حبوب لقاح الذرة العادية، بينما لم تكتب الحياة إلا لحوالي ٥٦٪ من يرقات الفراشة التي تغذت على حبوب اللقاح التي أنتجتها الذرة المعدلة جينيًا لمقاومة حشرة القمل القارض .

الثانية: قام بها دباك ساكسينا من جامعة نيويورك والتي كشفت أن جذور الذرة المعدلة جينيًا لمقاومة الحشرات تفرز كميات من المركب السام Bt toxin، وبالرغم من عدم ثباته فإنه يتحد مع حبيبات التربة مما يحافظ على سميته، وبالتراكم على مدى ٢٣٠ يومًا يزداد تركيزه إلى مستويات عليا مما يؤدي إلى موت العديد من اللافقاريات Invertebrata اللصيقة بالتربة، وهو ما يؤثر على معدلات التحلل ودورات التغذية Nutrition cycles للنبات والحيوان في التربة على حد سواء .

وتبقى النقطة الأهم والفاصلة وهي أن هذه التقنية ما زالت في مهدها، وأن الدراسات التي تكشف عيوبها ما زالت جنينية، لذا يجب التذكير دائمًا أنه مع بداية ظهور المبيدات الحشرية في أربعينيات القرن الماضي اعتبرها مبتكروها آمنة تمامًا وظل ذلك الاعتقاد سائدًا لعقدين من الزمان حتى ظهرت الآثار السلبية لها واكتشف عظم خطورتها، وتعالت الأصوات منادية بالتخلي عنها، ثم تبع ذلك سن القوانين التي ترشد من استخدامها ثم القوانين المانعة لاستخدامها نهائيًا فاعتبروا يا أولي الأبصار .

سلبيات استخدام النباتات المحورة جينيًّا:

(١) ظهور مناعة لدى بعض الحشرات .

(٢) ظهور نباتات طفيلية منيعة .

(٣) انتقال الجينات عبر غبار الطلع وتلويث الزراعات المجاورة .

(٤) التفريط في البذور المحلية Local seeds التي وقع انتقائها بصفة طبيعية على مدى آلاف السنين .

(٥) استعمال متزايد للمبيدات .

(٦) تخوف المستهلكين خصوصًا في أوروبا وبلدان العالم الثالث من الآثار الوخيمة لهذه الزراعات على المدى الطويل .

[1] بذرة الموت Terminator هي ثمرة مجهود فكري جبار لمؤسسة Delta and Pine Land Co. وهي مؤسسة من الـMississipi اشترتها Monsanto في ١١ مايو ١٩٩٩ لبراءة تحمل رقم ٥٧٢٣٧٦٥ وقد وقع تسجيلها في عديد من البلدان. وMonsanto هي الشركة العالمية الرائدة في هندسة الجينات (٩١٪ من الزراعات المحورة جينيًّا في العالم). نشأت منذ بداية القرن العشرين ولها تاريخ حافل في إنتاج المواد الكيميائية الملوثة كالـPCB والمادة البرتقالية التي استعملت في فيتنام لنزع الأوراق عن الأشجار. ولها ممثلون في كل بقاع العالم وهي تحاول من خلال العمليات الإشهارية وربط علاقات مع الجامعات والمؤسسات العلمية فرض بذورها والتي منها البذور المتقبلة لكميات غير محدودة من مبيدها Round up أو بذورها التي تفرز مبيد الحشرات بكمية تفوق الكميات العادية بـ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مرة وبطريقة مسترسلة.

Terminator تسمية وضعتها المنظمة غير الحكومية الكندية Rafi وهي ترمز إلى البذرة التي تحور جينيًّا لتصبح عاقرًا أي لكي تفرز مادة انتحارية Suicidal matter تجعل البذور المتحصل عليها غير قابلة للزراعة. وهناك مؤسسات دولية أخرى مثل Syngenta and Duport قد حصلت على تراخيص لإنتاج بذور مماثلة.

لماذا اللجوء إلى بذرة الموت؟

قبل أن تجرب Monsanto بذرة الموت أو التعقيم البيولوجي Biologic sterilization جربت التعقيم القانوني: قانون حماية الملكية الفردية المعدة للتجارة الذي وضعته المنظمة العالمية للتجارة (OMC) وخصوصًا الفصل b27.3 الذي يسمح بوضع براءات ملكية للكائنات الحية من نباتات وحيوانات وبكتيريا وغيرها. كما وزعت منشورًا تقول فيه: ليعلم الجميع أن سرقة البذور المحمية ببراءة والمتحصل عليها بفضل هندسة الجينات قد تكلفكم ١٢٠٠ دولارًا في الهكتار الواحد. مونسانتو تطالبكم بالإمعان جيدًا في المسألة - فعندما يحافظ مزارع على بذورها أو يعيد زراعتها عليه أن

---

(1) بذرة الموت- مجلة جسور الثقافية - باب العلوم وثورة الاتصالات- العدد (٤)- السنة الأولى- يونيو ٢٠٠٥.

يفهم أنه يقوم بخرق القانون لأنه يقوم بعملية قرصنة Piracy . وعلى المزارع الذي يفكر في الحصول على بذورها أن يشتريها من صاحبتها ويوقع عقدًا معها يلتزم فيه بعدم إعادة زراعتها أو بيعها .

إن البذرة الانتحارية باغتصابها الكائن الحي تصبح الوسيلة المثلى لفرض تحقيق الأرباح خصوصًا بعد أن تحقق الفصل التام للمزارعين عن بذورهم وعجزهم عن الحصول عليها إلا من الشركة المنتجة ، أما الخسارة يتحملها المزارعون . وفي الحقيقة فإن عملية فصل المزارع عن البذور قد بدأت منذ القرن التاسع عشر باستعمال تقنية تراجع المردود أو فقدان القيمة .

كيف تشتغل بذرة الموت؟

Terminator هي بذرة محورة أضيفت لها خلطة من الجينات وطريقة تشغيلها يشبه إلى حد كبير اللغم الشخصي ، وهي تحتوي على الآتي :

(١) الجين الفاعل Sense gene : يقوم مقام المتفجرات في اللغم وهو جين يفرز بروتينية سامة تعقم البذرة .

(٢) الصاعقة Detonator : وهو جين ينشط الجين الفاعل .

(٣) جين توقيف المفعول Antisense gene : وهو جين يمنع تنشيط البروتينية المعقِمة .

قبل أن تبيع Monsanto بذورها المعقمة تضعها في خليط يحوي مضادًا حيويًا (عادة ما يكون التراسيكلين) أو مبيد أعشاب أو مادة أخرى تلغي نشاط الجين المعطل (جين توقيف المفعول) فتصبح البذرة جاهزة للتعقيم . وعندما تنمو وتكبر النبتة تفرز إنزيمًا يقتل البذور المتحصل عليها . إذن هي نبتة انتحارية .

رغم المجهودات الكبيرة التي قام بها أصحاب البذور من أجل فصل المزارع عن بذوره فإن ٧٥٪ من بذور العالم الثالث تتأتى من محصول السنة السابقة . إن أغلب بلدان

العالم الثالث والمنظمات غير الحكومية إضافة إلى المؤسسات الدولية: الأمم المتحدة، اليونسكو والمنظمة العالمية للزراعة يطالبون بمنع تجارة هذه البذور التي يعتزم أصحابها ترويجها. وبذرة الموت، أو البذرة الانتحارية أو بذرة النهاية هي كما بين Jean Pierre Berlan تمثل تجسيمًا لانتصار قانون الربح على قانون الحياة والقبول ببذره الموت يعني التخلي عن أعظم رصيد طبيعي.

الباب الرابع

الأغذية المهندسة وراثيًا

[1] ها نحن، إذ ندخل القرن الواحد والعشرين، نرى بأن التموين الغذائي العالمي يخضع لتحولات سريعة ومتتالية. وللمرة الأولى عبر ملايين السنين، أصبح الإنسان والحيوان يتناولان أطعمة وأغذية غير طبيعية. لقد قام الإنسان في الفترة الأخيرة بتغيير التركيب الأساسي للكائنات الحية، وخصوصًا تلك التي تستخدم كغذاء بشري وحيواني. وبتعبير علمي، قام الإنسان بتغيير التركيب الجيني للنباتات والأغذية المختلفة عن طريق استخدام تقنيات الهندسة الوراثية .

[2] يطلق البعض على الأغذية المهندسة وراثيًا Genetically engineered foods غذاء فرانكشتاين على اعتبار أنها ضارة بالإنسان، ويرد علماء البيولوجي بأن كل الغذاء المنتج حاليًا أنتج بالتدخل في الطبيعة عند إنتاجه. ففي شرق آسيا طور الإنسان منذ سبعة آلاف سنة أنواعًا من الحشائش لزراعتها بالشتل في المناطق الغدقة بالمياه وعرفت باسم الأرز، وفي الشرق الأوسط طور الإنسان الشعير والقمح ليفي باحتياجات ألفي مليون فرد من البشر وهي مختلفة كليًا عما كان يزرع أيام قدماء المصريين، والقمح الأمريكي طور ليكون ذو سيقان طويلة ليناسب الحصاد الآلي، والبطاطس هي ناتج تطور نبات نشوي أخذ من قبائل الأنكا في جبال الإنديز .

وكذلك دجنت الماعز والماشية والجمل والديك الرومي وكانت جميعها حيوانات برية غير مستأنسة، وأصبحت تربى وتنتج داخل المزارع المفتوحة أو المغلقة واستكملت عملية التدجين فأصبح البقر قصير الأرجل لأنه ليس في حاجة للجري .

وأهم الدول التي تمتلك التقنية العالية لهندسة نباتاتها هي الولايات المتحدة الأمريكية وتنتج قرابة ٦٨٪ من النباتات المحورة بالعالم ثم الأرجنتين ٢٣٪، كندا ٧٪، الصين ١٪ وتمثل باقي الدول ١٪ وهي جنوب أفريقيا، أستراليا، رومانيا، المكسيك،

---

(1) أمين شمس الدين - تطبيقات هندسة الجينات والأغذية المعدلة وراثيًا - http://maaber.50megs.com .

(2) www.qalqilia.edu.ps/fewe.htm .

بلغاريا، أسبانيا، ألمانيا، فرنسا وأرجواي .

وقد انتشر في العالم زراعة الكثير من المحاصيل المحورة وراثيًا، ومن أهمها فول الصويا، البطاطس، القرع العسلي، الباباظ، البطيخ والطماطم وتلك النباتات تم هندستها لتحتوي على جينات مقاومة للأمراض الفيروسية والتلف المتأخر للثمار ولرفع قيمتها الغذائية .

انقسمت الآراء حول استخدام النباتات المحورة وراثيًا في غذاء الإنسان بين مؤيد ومحذر، فالمؤيدون يرون أن تلك التقنية ظهرت لتخدم الإنسان في جميع المناحي، ومن ثم توجد حرب بين منتجي الأطعمة المعدلة وراثيًا وشركات الأطعمة العضوية الخالية من الملوثات Contaminants .

ولقد تمكن علماء البيولوجيا الجزيئية من إنتاج الآتي:

(أ) بقول وحبوب تحتوي على نسبة عالية من البروتين، ونظرًا لافتقار البروتين النباتي لبعض الأحماض الأمينية الهامة مثل الليسين والتربتوفان كما في الحبوب والذي يعد السبب الرئيسي لسوء التغذية في بلاد العالم الثالث، سعى مهندسو الوراثة إلى إنتاج نباتات تتوفر بها تلك الأحماض الأمينية الهامة .

(ب) حبوب بن خالية من الكافيين Caffeine .

(جـ) بطاطس تمتص كمية قليلة من الزيت عند القلي لاستخدامها في التخسيس .

(د) طماطم تساعد على خفض نسبة الكوليسترول في الدم .

(هـ) ثمار أجود وتقاوم التلف Damage وبالتالي يطول عمرها .

وقد حصر المتشككين في فائدة الأغذية المهندسة وراثيًا أو المتخوفون من احتمال أضرارها بصحة الإنسان شكوكهم في النقاط التالية :

(١) قد تدخل البروتينات الجديدة نتيجة نقل الجينات إلى الطعام مسببة حساسية Allergy صحية غير مرغوب فيها .

(٢) في عام ١٩٩٦ قامت شركة بيونير للبذور بهندسة فول الصويا الذي يستخدم كعلف للمواشي جينيًا بإدخال جين من شجر البندق Hazelnut trees البرازيلي إليه لزيادة محتواه البروتيني، ولقد لوحظ أن الأشخاص الحساسين للبندق عند تناولهم غذاءً يحتوي على فول الصويا المهندسة وراثيًا يظهر عليهم هذا النوع من الحساسية .

(٣) يتوقع المعارضون للهندسة الجينية إنتاج أطعمة سامة Toxic foods لعدم القدرة على كبح أو ضبط الجين الوافد للجسم أو للخلية النباتية، وهذا قد يؤدي إلى تغيرات كيميائية لا يمكن التنبؤ بتأثيراتها المستقبلية .

(٤) أن نوعًا من الذرة المحورة وراثيًا يسمى ستار لينك والذي يستعمل في تورتات الوجبات السريعة Fast meals لشركة كرافت الشهيرة تتسبب في وجود آثار من بروتين بكتيري لا يهضم بالجهاز الهضمي للإنسان ينتج عنه حساسية، لذلك أمرت السلطات الأمريكية بقصر استخدامه على غذاء الماشية .

(٥) الأيروبروتين وهو من الهرمونات التي تساعد النباتات المحورة على إنتاج هرمونات عامل النمو Growth factor النشطة جدًا وهو يعمل بتركيزات منخفضة للغاية، وعند شمه أو لمسه للجلد أو وصوله للجهاز الهضمي فإنه يسبب أضرار بالغة للإنسان، لذلك فالعاملون في جمع هذه النباتات يرتدون بدلًا مشابهة لبدل رواد الفضاء لحمايتهم .

(٦) مادة تربكزانيين المجهضة للحوامل ينقلها فيروس إلى العفن الذي يصيب التبغ والطماطم والفلفل مما يعرضها للنقل الوراثي وتصبح تلك النباتات مجهضة أيضًا عند استخدامها في الغذاء .

(٧) وجد نوع من الذرة المحورة تنتج مادة الأفدين وهي مبيد حشري وتسبب نقص في فيتامينات الجسم، كما وجد نوع آخر من الذرة المعدلة تنتج مادة الروتينين المجلطة للدم والتي تسبب ضررًا للبنكرياس في الإنسان والحيوان، كما أنتجت الذرة المحورة أيضًا إنزيم التربسين المسبب للحساسية .

(٨) لوحظ أن الفئران التي تغذت ببطاطا معدلة وراثيًا لمدة عشرة أيام أخذت تعاني من مشاكل في الكلى والطحال والبطن وضعف جهاز المناعة وصغر حجم الدماغ Cerebrum size .

مشكلة غذاء أم استعمار جديد؟[1]

يشهد العالم المعاصر مجموعة ظواهر تدفع جميعها للاعتقاد بأن البشرية ستواجه في غضون عقود قليلة مشكلة انخفاض مستوى الإنتاج الغذائي. ومن هذه الظواهر على سبيل المثال لا الحصر:

(١) تتجه نسبة النمو السكاني على المستوى العالمي إلى الزيادة بفعل سياسات تشجع النسل في الدول الصناعية وفشل سياسات تحديد النسل في الدول النامية وكذلك بفضل تقدم الطب ووسائل الاستشفاء .

(٢) ازدياد التصحر وتراجع المساحات المزروعة عالميًا سواء بفعل العوامل الطبيعية أو بفعل تدهور حال البيئة أو حتى بسبب الاستراتيجيات الزراعية لبعض البلدان الغنية .

(٣) التطور المجتمعي العام الذي يفيد عمومًا القطاعات الصناعية والخدمات على حساب القطاع الزراعي .

(٤) ويضاف إلى ذلك الكوارث الطبيعية Natural catastrophes والآفات وغيرها .

كل هذه العوامل تجعل من المرجح تراجع الإنتاج الزراعي عمومًا وخصوصًا الإنتاج الغذائي .

ونتيجة لذلك تبدو الحلول عاجلة وقليلة في آن واحد، عاجلة لأن الأمور تسير بسرعة نحو التدهور، وقليلة لأن الحلول المتاحة بل المطروحة حاليًا لا تتجاوز أصابع

(1) أ.د. وجدي عبدالفتاح سواحل - الجينات استعمار جديد للدول النامية- Islamonline.net .

اليد الواحدة ولم تجد اهتمامًا من قبل المسؤولين أو ليست في متناول اليد، ولذلك لجأت بعض الدول حديثًا إلى حل جديد يثير الجدل حوله كثيرًا هذه الأيام، وهو الزراعة المرتكزة على التحوير الجيني للبذور والأشتال وهي تقنية تتمحور حول التدخل في التركيبة البيولوجية للنباتات باستخدام أساليب الهندسة الوراثية .

وإذا كانت الزراعة المرتكزة على التحوير الجيني هي البديل للمستقبل، وإذا اضطرت الدول النامية للاعتماد عليها فإن هناك من بدأ يتحدث عن تبعية Subordination من نوع جديد يمكن أن تقع فيها هذه الدول تجاه الدول الصناعية وهي تبعية أصبح البعض يسميها بالاستعمار الجيني، إنها استعمار من نوع جديد سيكون أشد هولًا وتأثيرًا من الاستعمار العسكري. واستباقًا لذلك وبهدف زيادة المحاصيل انخرطت الدول النامية في ميدان التحوير الجيني .

[1] لا تتسبب الهندسة الوراثية في مجرد تلوث جيني للتنوع الطبيعي وتخلق إمبريالية بيولوجية فقط، إنها تسبب أيضًا تلوث معرفي Epistemic contamination عن طريق تدمير استقلالية العلم والترويج للعلمية الكاذبة False scientism كما تؤدي إلى احتكار يتسلط على المعرفة وحق الحصول على المعلومات.

لقد تمت التضحية بالاستدامة والعلم من تجربة طائشة في تنوعنا البيولوجي وأنظمتنا الغذائية، تجربة تقذف بالأنواع والفلاحين إلى الفناء. نحن نحتاج لإعادة الدمج بين تكنولوجيا البيئة والأخلاقيات لنضمن أن التكلفة الاجتماعية والبيئية في موضع الاعتبار .

ارتقاء الطبيعة، بقاء البشر وسيادة الغذاء وحريته، وحرية الفلاح والمستهلك، كل هؤلاء في مهب الريح. الاختيار هو الإمبريالية البيولوجية Biological imperialism أو الديموقراطية البيولوجية. هل ستفرض حفنة من الشركات العملاقة ديكتاتوريتها على حكوماتنا، على معرفتنا وحقنا في الحصول على المعلومات، على

(1) فاندانا شيفا- حروب البيوتكنولوجي: حرية الطعام أم عبودية الطعام؟- ترجمة: أحمد زكي- ٢٠٠٣/٦/١٥ .

أرواحنا وعلى كل أشكال الحياة على الكوكب، أو هل سنحرر نحن كأعضاء في عائلة الأرض أنفسنا وكل الأنواع من سجن براءات الاختراع والهندسة الوراثية؟ نحن في حاجة لاستعادة حرية الغذاء وسيادته . خبزنا هو حريتنا، حريتنا هي التي ستضمن خبزنا، وكل منا عليه واجب أن يمارس حرية الخبز [آنا سواراج Anna Swaraj] - من أجل الأرض، من أجل كل الأنواع، من أجلنا والأجيال التي سوف تأتي .

التقانات الحديثة لإنتاج الأغذية:[1]

بعد اعتماد تقانات تربية الأنواع الهجينة، شملت أهداف التربية الأخرى التوصل إلى طرق جديدة لزيادة التنوع الجيني باستخدام الطفرات الجينية Point mutations الناتجة عن استخدام المطفرات الكيميائية أو المعاملة بالإشعاع، فضلًا عن طرق مختلفة لزراعة الأنسجة Tissue culture . وأدى هذا التطور إلى بروز أحدث الطرق المستخدمة حاليًا في التقانات الحيوية وإلى إنتاج كائنات حية من خلال التحوير الوراثي عبر إدخال مواد جينية جديدة أو مترابطة باستخدام ناقلات Vectors وطرق تحويل. وتعرف هذه الكائنات عادة باسم الكائنات الحية المحورة وراثيًا .

إن تضارب عمليات التقييم وعدم استكمال تقدير المنافع والمخاطر والقيود على الأغذية المحورة وراثيًا من جانب منظمات علمية وتجارية ومنظمات مستهلكين ورأي عام أدى إلى جدل قطري ودولي بشأن استخدامها الآمن كأغذية والإفراج عنها في البيئة. ومن الأمثلة على ذلك النقاش الذي تناول مؤخرًا المعونة الغذائية التي تضمنت موادًا محورة وراثيًا جرى التبرع بها لبلدان أفريقيا الجنوبية في عام ٢٠٠٢، وتركز هذا النقاش الدولي في معظم الأحيان على صحة الإنسان Human health وعلى سلامة البيئة نتيجة استخدام تلك المنتجات الجديدة .

ولا يسمح في الوقت الراهن إلا باستخدام عدد قليل من المحاصيل الغذائية

(1) المنتدى العالمي الثاني للمسؤولين عن سلامة الأغذية المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية- مركز مؤتمرات الأمم المتحدة بانكوك، تايلند من ١٢- ٢٠٠٤/١٠/١٤ .

المحورة وراثيًا للاستخدام الغذائي وللاتجار بها في الأسواق الدولية للأغذية والأعلاف، مثل الذرة وفول الصويا وزيت بذور اللفت Rape oil (الكانولا) وزيت بذرة القطن المكرر. كما وافقت بعض الدول على أنواع من البطاطس والأرز والقرع العسلي والشمندر السكري والطماطم للاستخدام الغذائي وللإفراج عنها في البيئة .

ويؤدي التوسع في تطوير المحاصيل المحورة وراثيًا إلى إيجاد مجموعة من المحاصيل ذات ملامح تغذوية Nutritional features محسنة، ويجرى حاليًا اختبار عدد من الخصائص الجديدة في المختبرات وخارجها في عدد من البلدان، ولكن من غير المحتمل طرحها في الأسواق قبل عدة سنوات من الآن. وتتصل نسبة لا بأس بها من هذه الخصائص بصحة الإنسان بشكل مباشر ومن أشهر الأمثلة على ذلك الأرز الذهبي الغني بمادة البيتاكاروتين (التي تساعد على امتصاص فيتامين A). والتخلص من العوامل المسببة للحساسية ومضادات المغذيات التي تغير ملامح الأحماض الدهنية Fatty acids وتزيد محتوى المواد المضادة للتأكسد Antioxidants. وتحتاج جميع المنتجات الجديدة التي قد يكون لها علاقة بالصحة إلى فحص مدقق عن طريق عمليات تقييم لمخاطرها على البيئة وعلى سلامة الأغذية .

وفي بعض الأحيان يطال النقاش حول الزراعة العضوية باعتبارها تقانة حديثة لإنتاج الأغذية، حيث يسعى المزارعون الذين يتبعونها إلى تحقيق أهداف مماثلة لأهداف الإدارة المتكاملة للآفات، لكنهم يركزون بوضوح على النزاهة Impartiality وتحديد المصير والتطور المشترك. وبالرغم من أن الزراعة العضوية ستؤثر لا محالة على استخدام الكيماويات الزراعية، فإن اعتبارات السلامة المرتبطة بالأغذية المتأتية من هذه الممارسات لن تسهم على نحو إيجابي في المعادلة الصحية الأوسع .

المخاطر البيئية المرتبطة بإنتاج الأغذية عبر استخدام تقانات التحوير الوراثي:

تشتمل عناصر تقييم المخاطر البيئية للكائنات المستخدمة في الغذاء والمحورة وراثيًا في العديد من الدول على :

(أ) السمات البيولوجية والجينية للعنصر الوراثي المدخل .

(ب) طبيعة الكائن المتلقي ومضماره البيئي .

(ج) أهمية السمات الجديدة للكائن المحور وراثيًا بالنسبة للبيئة .

(د) المعلومات عن المواصفات الجغرافية والإيكولوجية للبيئة التي سيدخل فيها الكائن المحور .

ويركز تقييم المخاطر خاصة على النتائج المحتملة المترتبة على استقرار وتنوع النظم الإيكولوجية، بما فيها القدرة المفترضة على الانتشار، والتدفق الجيني العمودي أو الأفقي Vertical or horizontal gene flow، وغير ذلك من الآثار المترتبة على وجود المواد المحورة وراثيًا في منتجات أخرى .

لقد جرى تطور مفهوم التعود Habituation notion ضمن مفهوم السلامة البيئية للنباتات المحورة وراثيًا. ويسهل هذا المفهوم عمليات تقييم المخاطر/ السلامة لأن التعود على شيء ما يعني امتلاك ما يكفي من المعلومات للتمكن من إصدار الحكم بشأنه (U.S.NAS, 1989) كما يمكن اللجوء إلى مفهوم التعود لتحديد ممارسات الإدارة الملائمة، بما في ذلك الحكم على ملائمة الممارسات الزراعية الموحدة أم هناك حاجة إلى ممارسات أخرى لإدارة الخطر (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، ١٩٩٣). ولقد وضعت الجماعة الاستشارية الدولية المعنية بمعالجة الأغذية بالإشعاع موجزًا بالترتيب الزمني للعمل الذي قامت به المنظمات الدولية في ميدان السلامة الحيوية .

إن بروتوكول قرطاجنة بشأن السلامة الحيوية المرتبط باتفاقية التنوع البيولوجي، هو الصك التنظيمي Regulative document الدولي الوحيد الذي يعالج وعلى نحو خاص الآثار السلبية المحتملة للكائنات المحورة وراثيًا (التي يسميها البروتوكول بالكائنات الحية المحورة) على البيئة .

ويشمل بروتوكول السلامة الحيوية :

(١) التحركات عبر الحدود لأي من الأغذية المحورة وراثيًا التي تطابق تعريف الكائنات الحية المحورة .

(٢) يحدد الملحق الثالث من البروتوكول المبادئ العامة ومنهجية تقييم المخاطر المتأتية عن هذه الكائنات .

(٣) يضع البروتوكول مجموعة متسقة من الأنظمة والتدابير الدولية الرامية إلى ضمان تزويد البلدان بالمعلومات ذات الصلة من خلال نظام تبادل المعلومات المسمى بنظام تنسيق السلامة الحيوية .

(٤) يتيح نظام المعلومات هذا المتوفر عبر الإنترنت اتخاذ البلدان لقرارات واعية قبل الموافقة على استيراد كائنات حية محورة .

(٥) كما يتضمن إرفاق شحنات الكائنات الحية المحورة بالوثائق Documents اللازمة لتحديد هويتها .

وإذ يشكل الاتفاق الأساس التنظيمي الدولي للكائنات الحية المحورة إلا أنه من عيوبه :

(أ) أنه لا يعالج على نحو خاص الأغذية المحورة وراثيًا .

(ب) أنه لا يشمل هذه الأغذية التي لا تتماشى مع تعريف الكائن المحور .

(ج) يضاف إلى ذلك أن نطاق معالجته للمسائل المتعلقة بصحة الإنسان محدود .

الرصد المتعلق بصحة الإنسان وسلامة البيئة:

قد يشهد المستقبل المصادقة على إنتاج كائنات دقيقة معينة ومحورة وراثيًّا على نطاق واسع، لكن هذه المصادقة قد لا تشمل حكم إمكانية إدخالها ضمن الإمدادات الغذائية للإنسان. والأمثلة على ذلك قد تكون نباتات أو حيوانات تستخدم لصناعة الأدوية. وعند ذلك سيكون من المهم النظر في ضرورة إجراء رصد لما بعد عمليات السوق بغرض مراقبة الانتشار غير المتوقع في البيئة للحيوانات المحورة جينيًّا في حال أنها تشكل أخطارًا على سلامة الأغذية .

ويعد توافر الأدوات لتتبع هذه الكائنات المحورة أو المنتجات المشتقة منها في البيئة أو السلسلة الغذائية Nutritional chain شرطًا أساسيًّا لأي نوع من عمليات الرصد. وقد وضع عدد من البلدان تقنيات للكشف من بينها تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل لرصد وجود هذه الكائنات في الأغذية، ولإتاحة تنفيذ متطلبات توسيم التحوير الوراثي ولرصد آثاره على البيئة. كما بدأ العمل لتوحيد طرق التحليل المستخدمة في تتبع أثر الكائنات المحورة واستخدامها في وضع معايير IOS مثلًا .

الأثر المحتمل للكائنات المحورة وراثيًّا على صحة الإنسان عن طريق الأثر البيئي:

شدد العديد من البلدان على الحاجة إلى تقييم الآثار غير المباشرة المتأتية عن استخدام هذه الكائنات في إنتاج الأغذية. وقد نوقشت الأخطار المحتملة على البيئة جراء إطلاق هذه الكائنات في الطبيعة ضمن تقرير صادر عن منظمة الصحة العالمية والوكالة الوطنية الإيطالية لحماية البيئة. حيث أشير فيه إلى الآثار على الصحة باعتبارها مؤشرًا مدمجًا للاستدامة الإيكولوجية والاجتماعية. فعلى سبيل المثال أسهم إنتاج الكيماويات أو الإنزيمات المشتقة من كائنات دقيقة محورة وراثيًّا (ومثالها الكيماويات والمواد الصيدلانية أو العناصر المضافة إلى الأغذية) في خفض استخدام الطاقة إلى حد كبير وكذلك خفض المخلفات السامة والصلبة في البيئة، وأسهم بالتالي في تعزيز

الصحة والتنمية البشرية. وعلى الجانب الآخر فإن انتقال الجينات المقاومة للمضادات الحيوية من الكائنات الدقيقة المحورة وراثيًا وغيرها من الكائنات الدقيقة الأخرى إلى الكائنات الدقيقة الموجودة في الأغذية وذات الأهمية السريرية هو حدث غير مستحب من حيث سلامة الأغذية، لكن انخفاض وتيرة هذا الانتقال ستؤدي على الأرجح إلى انخفاض مستوى القلق الناجم عنها أيضًا. وقد سمح بإطلاق عدد محدود للغاية من الكائنات الدقيقة المحورة وراثيًا منها Pseudomona and Rhizobia .

قد يكون للتهجين الخارجي بين النباتات المحورة والمحاصيل التقليدية أو الأقارب البرين Wild relatives وكذلك التلوث بمواد محورة وراثيًا له أثر غير مباشر على سلامة الأغذية والأمن الغذائي من خلال تلوث الموارد الوراثية. وتشمل الخطوط التوجيهية التي وضعتها هيئة الدستور الغذائي لتقييم سلامة الأغذية المحورة وراثيًا تحليلًا للآثار المحتملة غير المقصودة، إذ يمكن أن تنتج الآثار على البيئة آثار غير مقصودة وغير مباشرة على صحة الإنسان .

تاثير تحرير التجارة:

إن تطبيق أو إصلاح السياسات الزراعية والتجارية تنشأ عنه مجموعة معقدة من التأثيرات البيئية بعضها سلبي وبعضها إيجابي، وبعضها يرتبط بقضايا سلامة الأغذية. وتتوقف تأثيرات تحرير التجارة الزراعية على النوعية البيئية وعلى عدة عوامل منها :

(١) توليفة السلع فيما بعد الإصلاح .

(٢) مستوى الإنتاج .

(٣) التغيرات في مستلزمات الإنتاج Production requirements .

(٤) استخدام الأراضي والتغيرات التقنية .

(٥) قدرة قاعدة الموارد الطبيعية على استيعاب تأثيرات الإنتاج .

والتأثيرات الإضافية لهذه التغيرات والمرتبطة بسلامة الأغذية ترتبط في كثير من

الحالات بوجود نظم لسلامة الأغذية وخبرات تتعلق بالإنتاج الجديد للسلع الغذائية أو زيادة هذا الإنتاج .

وتحرير التجارة يؤدي إلى:

(أ) تحسين فرص الوصول إلى الأسواق لسلع كانت محكومة فيما سبق بالقيود الكمية (مثل الحصص وغيرها من الحواجز غير الجمركية) .

(ب) تجعل الأسعار المحلية مطابقة بصورة أوثق للأسعار العالمية .

(ج) إعادة تخصيص الموارد تبعًا لتكيف الأسعار مع ظروف السوق .

(د) إتاحة الموارد مثل الأراضي الصالحة للزراعة والأيدي العاملة وغير ذلك من المستلزمات الزراعية .

(هـ) وتبعًا لتغيير الأسعار يستجيب المزارعون بتغيير توليفة المحاصيل وما يستخدمون من مستلزمات، وبشراء أو بيع الأراضي والاستثمار في آلات جديدة، وفي البلدان التي يؤدي فيها الإصلاح إلى زيادة في أسعار المنتجين، يستجيب المزارعون بزيادة الإنتاج مما يزيد من الضغوط على استخدام الأراضي وزيادة استعمال المدخلات الكيميائية .

إن استخدام المواصفات الدولية International specifications في الأغذية المتداولة تجاريًا يركز على سلامة الأغذية، ولكن سيركز في المستقبل على القضايا البيئية وعلى إمكانات تحسين الأغذية المتداولة تجاريًا والأغذية المحلية، وبالتالي تحسين الأوضاع الصحية للمستهلكين المحليين. وهذا بدوره يحسن من الصحة ويدعم التنمية الاجتماعية والاقتصادية وذلك مكسب حقيقي للجميع. ومن الأمثلة على التعاون بين الوكالات الدولية في سبيل تركيز التنمية في هذه المجالات، إنشاء مرفق معايير للتجارة والتنمية بجهد مشترك بين منظمة الصحة العالمية، منظمة الأغذية والزراعة، منظمة التجارة العالمية، المنظمة العالمية لصحة الحيوان والبنك الدولي، ومن المأمول أن يوفر هذا المرفق الوسائل للبلدان النامية لتعزيز نظمها للامتثال للمعايير الدولية لما فيه من فائدة للأغذية المصدرة والأغذية المستهلكة محليًا .

الجوانب الأخلاقية في تقدير المخاطر البيئية:

يورد تقرير صادر عن منظمة الأغذية والزراعة عن القضايا الأخلاقية Moral affairs في مجال الأغذية والزراعة ملخصًا للاتفاقيات الدولية المرتبطة بالطبيعة وبالإنتاج الغذائي. وهي تشمل قيمة الأغذية، قيمة صحة الإنسان، قيمة الموارد الطبيعية وقيمة الطبيعة، على حين تقر الاتفاقية بشأن التنوع البيولوجي بأنه لا بد أن يكون تقييم الطبيعة هو قيمتها في حد ذاتها. ويظهر موجز هذه الأهداف أن جميع الحجج الرئيسية التي عادة ما تدور المناقشات بشأنها في تقييم مخاطر ومنافع التقانة الحيوية الغذائية، خاصة زيادة الإنتاجية من أجل زيادة الإنتاج الغذائي، والأصول، وحماية الصحة والطبيعة تتداخل فيما بينها مما يستلزم بالتالي مستوى عال من الاعتبارات الأخلاقية.

وهناك اتفاق دولي بأن تقدير المخاطر، إدارة المخاطر والإبلاغ عنها هي عناصر محورية لإدارة أي مخاطر محتملة على التقانات الجديدة لإنتاج الأغذية، حيث لا بد من إجراء تقدير المخاطر استنادًا على أسس علمية سليمة. ولكن المناقشات بشأن اتباع تحوط (وتشير إليه بعض البلدان باسم المبدأ التحوطي) والحاجة إلى احترام العوامل المشروعة بخلاف التقييم العلمي للمخاطر تبين أنها مثار خلاف واسع.

لا بد أن ندرك أن هناك إجماعًا في الآراء في معظم البلدان النامية بشأن كيفية مواجهة التكنولوجيا الحيوية والمحاصيل المحورة وراثيًا بشكل خاص للتحديات الرئيسية في قطاع الغذاء والزراعة. وتدرك منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة القدرة الكامنة والهائلة وكذلك التعقيدات التي تصاحب هذه التكنولوجيا الجديدة. ويجب علينا أن نتقدم بحذر وأن نفهم كل العوامل التي تنطوي عليها هذه العملية فهمًا تامًا.

[1] وعلينا بشكل خاص أن نقيم الكائنات المحورة وراثيًا من حيث تأثيرها على الأمن الغذائي والفقر والسلامة الحيوية والزراعة المستدامة ويجب ألا تعامل

(1) د. رشا علي الدين - الأبعاد الاقتصادية لتقنيات الهندسة الوراثية في الدول النامية - شبكة المعلومات العربية والقانونية- ٢٠٠٦/٣/١١.

المحاصيل المحورة بصورة منعزلة وإنما بصفتها إنجازات تقنية. ولهذا كانت هناك محاولات دولية لتنظيم التعامل مع تقنيات الهندسة الوراثية عالميًا وفقًا لإجراءات وأسس علمية وأخلاقية .

التنظيم الدولي لتجارة الغذاء المهندس وراثيًا:

لم توضع قضية الإتجار في المواد الغذائية المهندسة وراثيًا على مائدة البحث الدولي إلا منذ سبع سنوات فقط. ولا بد أن ندرك هنا أن الهندسة الوراثية التي تستخدم في الغذاء خاصة في زراعات الحبوب، لا تنفرد بها الدول الشمالية الصناعية، فالمنتجون لهذه الأغذية هم من الدول الغنية (الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وأستراليا) ومن دول العالم النامي الفقير (أوروجواي، الأرجنتين وشيلي) وهي دول قريبة سياسيًا وجغرافيًا من الولايات المتحدة الأمريكية، وقد حصلت منها على هذه التكنولوجيا التي تنتج بها محاصيلها الزراعية لتصدرها مهندسة للشركات الأمريكية العملاقة لتعيد هذه الشركات تصديرها لدول العالم الثالث، وبالتالي فهي وسيط للإنتاج .

وفي الغالب كانت هذه الأغذية تصدر إلى دول العالم خاصة النامي من المنتجين الذين يحفظون أسرار التكنولوجيا دون أي إشارة إلى استخدام الهندسة الوراثية في إنتاجها أو تصنيعها، وبلا إجراء دراسات كافية تؤكد خلوها من الأضرار على صحة الإنسان والحيوان والبيئة بصفة عامة. ولكن بدأت الخطوات الأولى حول تنظيم الاتجار في المنتجات المهندسة دوليًا من خلال عدة مؤتمرات منها :

أولًا: مؤتمر كارتاجينا بكولومبيا:

لقد بذلت واشنطن جهودًا كبيرة لعرقلة مشروع حظى بتأييد البلدان الأوروبية ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (فاو)، يرمي هذا المشروع إلى وضع لافتات على عبوات الأغذية التي يتم إنتاجها بالهندسة الوراثية، وذلك في الاجتماع الذي نظمته ١٣٠ دولة في كولومبيا في نهاية شهر فبراير ١٩٩٩ للنظر في وضع بروتوكولات تتعلق بسلامة الأغذية المعالجة وراثيًا. ورغم التأييد الدولي لهذا المشروع استطاعت

الولايات المتحدة فرض قيود حالت دون تمريره، واعتبرته الإدارة الفيدرالية للأغذية والأدوية بالولايات المتحدة الأمريكية انتهاكًا لما أسمته بسرية معلومات الأعمال، والمثير للدهشة أنه رغم وجود منظمات قوية تهتم بالدفاع عن حقوق المستهلكين بالولايات المتحدة إلا أن الأضرار الناجمة عن استعمال الأغذية المعالجة وراثيًا ظلت غير مدرجة على أجندة اهتمامات الرأي العام Public opinion، حيث مرت الثورة الزراعية الجينية الأمريكية دون أن تثير ضجة مماثلة لما أثارته صناعة الكمبيوتر، وذلك كله لأسباب سياسية، حيث تسيطر الشركات المنتجة لهذه الزراعة على منظمات المجتمع المدني القادرة على إثارة الرأي العام .

كذلك فشلت أول محاولة لتنظيم تجارة المنتجات التي يجري تعديلها باستخدام الجينات بعد أن وقفت الولايات المتحدة وهي من كبرى الدول المصدرة للحاصلات الزراعية ضد الاقتراح الذي تقدمت به أكثر من ١٣٠ دولة لحماية البيئة .

ويعارض مؤيدو عقد هذه الاتفاقية من الدول الأوروبية استيراد المنتجات التي يتم تعديلها باستخدام الجينات أو الخصائص الوراثية لمنتجات أخرى وذلك نظرًا لعدم توافر ما يكفي من معلومات عن تأثير ذلك على صحة الإنسان والبيئة. ولكن واشنطن والدول الخمس المؤيدة لها ترفض مثل هذا التشريع باعتباره أداة ستعطل التجارة الدولية للغذاء. ووضع هذا الشرط يعني منع أو تعطيل تصدير ما يعادل ٥٠ مليار دولار من المحاصيل الزراعية الأمريكية سنويًا، حيث إن حوالي ٤٠٪ من المحاصيل الرئيسية في الولايات المتحدة تجرى معالجتها أو تعديلها باستخدام الجينات .

ثانيًا مؤتمر مونتريال بكندا:

انعقد مؤتمر مونتريال في فبراير ٢٠٠٠ وكان بمثابة جولة أخرى لمؤتمر كارتاجينا بكولومبيا وصراع بين الدول المنتجة للأغذية المهندسة وراثيًا (أمريكا، كندا، أستراليا، الأرجنتين، شيلي وأورجواي) في جانب ودول أوروبا والعالم النامي في الجانب الآخر. وقد توصل مندوبو أكثر من ١٣٠ دولة إلى اتفاق حول الأمن الحيوي Biosafety، لتنظيم صادرات المنتجات المعدلة وراثيًا، ولتجنب أي مخاطر على

البيئة، ويفرض الاتفاق مراقبة كل مبادلات المنتجات المعدلة من بذور أو منتجات زراعية مخصصة للاستهلاك البشري أو الحيواني أو للصناعات الغذائية، ويسمح للدول الأعضاء بالاعتراض على استيراد هذه المنتجات إذا اعتبرت أنها تشكل خطرًا على البيئة أو الصحة .

في النهاية يبقى سؤال هل تكفي الاتفاقيات لضمان السلامة؟ هل كل هذا الخير المرجو من الهندسة الوراثية سيأتي بمفرده أم يأتي معه الدمار؟ هل يتحول الحلم إلى كابوس Nightmare؟

وقد دعت الأمم المتحدة في تقريرها عام ٢٠٠١ حول التنمية البشرية الدول الغنية إلى تجاوز مخاوفها من المواد المعدلة وراثيًا لمساعدة الدول النامية في الاستفادة من تقدم التكنولوجيا الحيوية، وقال التقرير إن النباتات الجديدة المعدلة وراثيًا لمحاربة الجفاف والأمراض والآفات يمكن أن تساهم في انحسار سوء التغذية الذي يعاني منه ٨٠٠ مليون شخص في العالم. وأضاف التقرير الذي يعتبر أهم منشورات برامج الأمم المتحدة للتنمية أن الأولوية يجب أن تعطى لإنتاج أنواع جديدة من الحبوب والنباتات الأخرى الأساسية التي يعيش عليها سكان أفريقيا - جنوب الصحراء .

وذكر التقرير أن التقدم التكنولوجي في مجال زراعة النباتات والأسمدة والمبيدات ساهم في مضاعفة المحصول العالمي من الحبوب خلال السنوات الأربعين الماضية، ولكن الإمكانيات التي توفرها التكنولوجيا الحيوية والتي تتيح تسريع عملية تزاوج النباتات عبر نقل المورثات من نوع إلى آخر ليست مستغلة كما ينبغي في الوقت الحالي، فمناطق زراعة النباتات المعدلة وراثيًا انتقلت من مليوني هكتار في عام ١٩٩٩ إلى ٣٣ مليون هكتار عام ٢٠٠٥، لكن ٩٨٪ من هذه المساحات تتركز في ثلاث دول هي الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والأرجنتين .

التعريف بالمنتج على العبوة: [1]

هناك جدل حول التعريف بالمنتج على أنه يحتوي موادًا من محاصيل معدلة وراثيًا ، والجدل من جانبين :

الأول : من حيث السلامة والصحة ، فهو قد لا ينطبق على كل الأغذية المحتوية على مكونات من محاصيل معدلة وراثيًا ، وهناك شبه إجماع بأن الغذاء المعدل وراثيًا إذا لم يكن مساويًا لغذاء موجود أصلًا فإنه يجب التأكد من سلامته وعدم تأثيره على الصحة ، وإذا ثبت أنه مأمون يمكن أن يستخدم مع التعريف بالمنتج على أنه يحتوي على مكونات معدلة وراثيًا .

الثاني : من حيث حق المستهلك في الاختيار ، وفي هذا الجانب هناك وجهتي نظر :

تقول الأولى : إن التعريف بوجود مواد معدلة وراثيًا يخيف المستهلك لأنه يعتقد أنه تحذير Warning .

تقول الثانية : إن من حق المستهلك معرفة تركيب الغذاء الذي يتناوله بغض النظر عن أي شيء آخر .

⋆ النظام الأوروبي:

يطلب النظام الحالي دراسة مدى الحاجة إلى التعريف بالمنتج على أنه يحتوي على مكونات معدلة وراثيًا وذلك حسب المنتج ولكل حالة على حدة . فالمكونات البروتينية أو المحتوية على الجينات يجب أن تعرف ، أما المكونات المصفاة مثل الزيت والسكر والتي لا تحتوي على بروتين أو موروثات فإنه لا يلزم التعريف بالمنتج الذي تدخل فيه . وهناك توجه بأن تعرف جميع الأغذية أو المكونات المحتوية على الأحياء المعدلة ، كما

---

(1) wafi.cc/index137.htm .

أنه يجب أن تحدد النسب في المحاصيل المخلوطة أو الملوثة Polluted بالمحاصيل المعدلة وراثيًا .

★ لجنة دستور الأغذية (هيئة دولية لمواصفات الأغذية):

يتبنى مشروع المواصفة مبدأ المماثلة شبه التامة، وهو يعني أن الغذاء المنتج بواسطة التقنية الحيوية Biotechnology إذا لم يكن له مماثل بشكل كبير في الأغذية الحالية المتداولة أو لا يوجد له مماثل أصلي فإنه يجب أن يعرف به بشكل تام من حيث المصدر والتركيب والاستخدام، وإذا كان له مماثل فإنه لا يلزم التعريف به .

★ النظام في الولايات المتحدة الأمريكية:

لا تطلب إدارة الأغذية والأدوية في أمريكا التعريف بالمنتج على أنه يحتوي على مكونات معدلة وراثيًا إلا إذا كان هنالك احتمال مخاطر صحية على الإنسان من خلال المراجعة من قبل الجهات المسؤولة، وهذه المراجعة تكون مطلوبة إذا كانت المادة جديدة وليست مستخدمة سابقًا غذاءً أو علفًا للحيوان، أو أن التعديل الوراثي تضمن استخدام مورثات من نباتات معروف أنها تسبب مشاكل صحية مثل الحساسية، ولكن لم يحدث أن طلب التعريف بأي غذاء على أنه يحتوي على مكونات معدلة وراثيًا في الولايات المتحدة الأمريكية .

★ موقف الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم:

إن نقل المورثات Gene transfer بين الكائنات المترابطة وراثيًا لا يشكل خطرًا أكثر مما يكون جراء عمليات التهجين الطبيعية أو التقليدية بين هذه الكائنات وليس هنالك أي دليل على أن نقل المورثات بين الأنواع غير المترابطة وراثيًا خاصة تلك التي تستخدم في الأغذية يسبب تحويل الكائن غير الضار إلى كائن ضار، فعملية النقل في حد ذاتها لا تتسبب في ذلك، وهذا يتفق مع رأي المنظمات والهيئات الدولية والوطنية الأخرى. حيث تقرر منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة بأن التقنية الحيوية

استخدمت منذ وقت طويل في إنتاج الغذاء وتصنيعه وهي تشكل تطورًا مستمرًا يتضمن الطرق التقليدية لتربية النباتات والطرق الحديثة المبنية على علم الأحياء الجزيئي، والطرق الحديثة تفتح الطريق لإمكانيات عظيمة لتحسين كمية ونوعية الأغذية المتوفرة حاليًا، وهي لا تنتج غذاء أقل سلامة (للإنسان والبيئة) من الأغذية المنتجة بالطرق التقليدية. لقد أجريت الأبحاث على مدى الـ١٥ سنة الماضية حول سلامة النباتات المعدلة وراثيًا ووجد أن هذه النباتات ليست مختلفة أو أكثر خطرًا من النباتات المهجنة بالطرق التقليدية المستخدمة خلال المائة سنة الماضية .

[1] توصيات الاتحاد الدولي للمستهلكين:

(١) تأجيل الزراعة بالبذور المعدلة حتى يتم الإجماع العلمي حول الآثار المتوقعة على البيئة .

(٢) إعداد اتفاقيات دولية حول موضوع السلامة الصحية والبيئية المنفذة على الكائنات المعدلة وراثيًا .

(٣) وضع قواعد لتحركات المواد المعدلة وراثيًا في العالم .

(٤) الحد من انتشار الأغذية المعدلة حتى يتم الانتهاء من البحوث المعمقة بهذا الشأن .

(٥) حظر استعمال الجينات المضادة للجراثيم في الأغذية المعدلة وراثيًا وكذلك البذور العقيمة Sterile seeds .

(٦) متابعة ومراقبة الأمراض الناجمة عن التعديلات الوراثية Genetical modifications .

---

(١) د.م. عبداللطيف بارودي- المفاهيم والواقع الراهن والمؤشرات المستقبلية- جمعية العلوم الاقتصادية السورية.

(٧) الإلزام بوضع بطاقة البيان على عبوات المواد المعدلة وراثيًا تبين وجود التعديل من عدمه .

(٨) الاهتمام الأخلاقي والديني برغبة بعض المستهلكين بالنسبة للأغذية المعدلة عن طريق نقل الصفات الوراثية عبر العديد من الكائنات الحية المحظورة (ومنها الخنزير. . . . إلخ) .

الباب الخامس

الاستنساخ

الفصل الأول: الاستنساخ الجسمي

[1] ظهر مفهوم الاستنساخ في الثقافة العامة إما بطريقة كوميدية أو شريرة من خلال السينيما. ففي فيلم الخيال العلمي الكوميدي (النائم) ١٩٧٣ يحبط البطل مؤامرة لاستنساخ طاغية قتلته قوات متمردة. وفي فيلم (رجال من البرازيل) ١٩٧٨ يحاول طبيب نازي استنساخ أدولف هتلر. وبما أن الاستنساخ أصبح حقيقة واقعة فإن هناك أسئلة كثيرة تثار حوله منها :

(١) ما هو الاستنساخ؟

(٢) ما هو التاريخ الموجز للاستنساخ؟

(٣) ما هو الاستنساخ العلاجي والاستنساخ الإنجابي؟

(٤) هل يكون الكائن المستنسخ صورة طبق الأصل للكائن الأصلي؟

(٥) ما هو الفرق بين الطفل المستنسخ والأطفال المولودين طبيعيًّا؟

(٦) هل الاستنساخ خلق جديد للإنسان؟

(١) ما هو الاستنساخ؟

الاستنساخ وسيلة علمية لإيجاد جزيئات أو خلايا أو كائنات متطابقة وراثيًّا .

أو استمرار طابع وراثي معين استمرارًا مصطنعًا من جيل إلى آخر .

(٢) ما هو التاريخ الموجز للاستنساخ؟

---

(1) الاستنساخ ضرب من الخيال الجامع بدأ بفكرة سينيمائية وتحول إلى تجارب مرعبة وفتنة كبرى - جريدة الرياض اليومية- ٢٠٠٣/١/١٧ .

يوجد التكاثر الخضري Vegetative reproduction في كثير من النباتات وهو استنساخ لنفس النبات الأم كما يحدث في الكائنات وحيدة الخلية ويعتبر وسيلة لتكاثرها وينتج عنه أفرادًا متماثلة تمامًا (نسخ clones) من الخلية الأم. كما يوجد نوع آخر من التكاثر يطلق عليه اسم التناسل العذري أو البكري Parthenogenesis وهو عبارة عن انقسام يحدث في بويضات غير ملحقة يتكون نتيجته مولود كامل النمو كما في المن، النحل، الديوك الرومي والضفادع وغيرها .

ومن المعروف أن أول محاولة لاستنساخ الأجنة بدأت عام ١٩٥٢، وفي عامي ١٩٧٩، ١٩٨٠ نجح العلماء في استنساخ الأغنام والماشية عن طريق الاستنساخ الجنسي Sexual cloning أي عن طريق التقاء الحيوان المنوي بالبويضة لتكوين البويضة المخصبة، ثم يتم عمل عدة نسخ منها بشطرها عندما تصل إلى عدد معين من الخلايا فنحصل على عدة أجنة يتم وضعها في رحم أم أخرى أو أكثر من أم، واستخدمت هذه الطريقة في الحيوانات لزيادة إنتاجها من اللحوم والألبان، بالإضافة إلى استخدامها كمخزن بيولوجي للحصول على أدوية وبروتينات معينة لعلاج الكثير من الأمراض وكذلك للمحافظة على الأنواع المعرضة للانقراض.

هذا وقد ظل العلماء يستنسخون الخلايا والجينات البشرية والحيوانية على المستوى الجزيئي والخلوي طيلة عقود عديدة، وبرر هذا الاستنساخ علميًا بأنه يوفر للأبحاث كميات أكبر من الجينات والخلايا المتطابقة حيث تكون كل خلية أو جزئ في تطابق مع الآخر .

(٣) ما هو الاستنساخ العلاجي والاستنساخ الإنجابي؟

أ- **الاستنساخ العلاجي:** Therapeutic cloning

هو الحصول على خلايا مستنسخة لإنتاج الأنسجة والأعضاء لتحسين الرعاية الصحية بدرجة أساسية. ففي حالة الاستساخ البشري Human cloning فإن استخدامات الاستنساخ العلاجي تتضمن إنتاج البروتينات العلاجية البشرية، الأنسجة،

الأعضاء البديلة Substitute organs والعلاجات القائمة على الخلايا، وذلك لعلاج الأمراض التي تنطوي على تلف الخلايا وباستخلاص خلايا متخصصة من الأجنة المستنسخة يمكن علاج الأمراض الآتية:

(أ) اختلال الدماغ مثل مرضي باركنسون والزهايمر .

(ب) داء السكر .

(ج) اختلال المناعة الذاتية مثل تصلب الأوعية والتهاب المفاصل .

(د) السرطان .

(هـ) يمكن أن يوفر الاستنساخ العلاجي أعضاء منسجمة وراثيًا (١٠٠٪) مع المريض مثل الكبد والكلى، وبالتالي إنقاذ حياة أولئك الذين ربما يلقون حتفهم في غياب مثل هذا الأسلوب .

ب- الاستنساخ الإنجابي: Reproductive cloning

يمثل الاستنساخ الإنجابي وسيلة تناسلية جديدة يمكن من خلالها إيجاد توأم متطابق Identical twin من مانح donor الخلية الأصلي. ويتم ذلك بأخذ بويضة امرأة وإزالة المادة النووية منها واستبدالها بنواة المانح الذي يتطلع إلى الكائن الذي سوف يستنسخه. وفي نهاية الأمر تنقل هذه المضغة المستنسخة إلى رحم أم، فيحدث الحمل Pregnancy بإذن الله تعالى وإيجاد الكائن المستنسخ. ويحظى الاستنساخ الإنجابي للحيوانات بالتأييد أحيانًا من أجل التطور التقني والزراعة والمحافظة على الحيوانات المعرضة للانقراض .

ومن شأن الاستنساخ البشري الإنجابي أن يؤدي نظريًا إلى إيجاد كائن بشري جديد. وحتى الآن يعتمد الناس في الإنجاب على أساليب التناسل الجنسي Sexual cloning والإخصاب الاصطناعي .

(٤) هل يكون الكائن المستنسخ صورة طبق الأصل للكائن الأصلي؟

الكائن المستنسخ هو توأم مطابق وراثيًا لمانح النواة. ويوجد تشابه في التركيب الوراثي فقط فيما بين الكائن المستنسخ والأصلي. إلا أن هنالك عوامل أخرى مثل البيئة وتجارب الشخص، تساعد في تشكيل شخصية المرء وتحديد السمات الفردية Individual characteristics له.

(٥) ما هو الفرق بين الطفل المستنسخ والأطفال المولودين طبيعيًا؟

يعني الاستنساخ الجسمي ببساطة التناسل اللاتزاوجي أو تناسل أحد الزوجين. وهو نوع من التناسل يكون فيه الكائن الجديد نسخة متطابقة وراثيًا أو كائنًا مستنسخًا لأحد أبويه. أما في حالة التناسل الجنسي فإن البويضات والنطف تمتزج مع بعضها البعض لتكوين شخص جديد ليس متطابقًا مع أي من الأبوين. ويعتقد العلماء أن تناسل أحد الأبوين يعتبر أسرع وأرخص طريقة لقيام كائن بعمل أعضاء جدد من نوعه، أي أعضاء تتكيف مع نفس بيئة الآباء القادرين على الإنجاب Procreation .

(٦) هل الاستنساخ خلق جديد؟

إن الاستنساخ عمل علمي، يعتمد أساسًا على خلايا وموروثات خلقها الله سبحانه وتعالى تتم معالجتها بطريقة انتقائية Selective مع بويضة خلقها الله بقدرته وخص بها النساء، وقد ينتج عن معالجة الخلايا مع البويضة جنين، ولا يتصل هذا العمل بالخلق الذي هو الإيجاد من العدم وإنما هو معالجة لمخلوق.

وعند هذه النقطة أعبر عن قلقي الشخصي من المستقبل ومن طبيعة الإنسان الشريرة إذا ما استغلت سلطة العلم. فنحن نطور يومًا بعد يوم معرفتنا لكل شيء، وهذا شيء مدهش وجميل ولكنه يومًا بعد آخر نقوم أيضًا بدفع عجلة نهايتنا وفنائنا، فالإنسان غزا العالم وتسلط على الطبيعة بشكل مخيف، فمشاكل الحياة تتعقد وتتضخم بشكل يدعو للفزع، ولا يسعني في هذه اللحظات إلا أن أرفع عيني إلى خالق هذا الكون مناشدًا إياه أن يفتح بصائرنا إلى حب المعرفة ولكن من أجل الخير .

[1] في عام ١٩٦٢ نجح الباحث البريطاني (ج. ب. جوردون) في إنتاج نسل من الضفادع مستخدمًا تقنية Somatic nuclear transfer تفريغ البويضة وزرع نواة خلية من أمعاء ضفدعة بعينها في البويضة المفرغة ونتج عن ذلك نمو الخلية الملقحة وأعادت أطوار تطور الضفدعة ولكن تطور النسخة الجديدة وقف عند مرحلة فرخ الضفدع، ولجأ الباحث للضفدعة لكبر حجم بويضتها نسبيًّا وسهولة متابعة تطور الجنين وهو ينمو في الماء أمام العين الأمر الذي يصعب فعله مع الجنين داخل الرحم .

وقد نجح الباحث الأمريكي (د. بيتر هوب) بمعامل جاكسون في استنساخ فئران شبيهة بأمها عن طريق دفع بويضة الأم ذاتها إلى مضاعفة مادتها الوراثية بدلًا من زرع نواة خلية أجنبية وكأن البويضة قد لقحت نفسها بنفسها وجاءت الفئران نسخًا مكررة من الأنثى صاحبة البويضة .

ونجح «د. بيتر سوبارت» من جامعة فاندربلت بولاية تينيسي الأمريكية في دمج بويضتين من أنثيين فئران مختلفتين، ورغم أن الخلية الناتجة أخذت في الانقسام حتى وصل عدد الخلايا ٦٤ خلية إلا أنه لم يحاول زراعتها في رحم فأرة، ولو فعل لجاء النسل حاملًا لصفات الأنثيين الوراثية، وكأن أنثى قد لقحت أنثى .

[2] تمكن فريق من الباحثين الأسكتلنديين من معهد روزلين في أدنبره بقيادة إيان ويلموت من صنع نسخة من نعجة فنلندية (روزي) عمرها ست سنوات باستخدام خلية من ضرع هذه النعجة، وذلك بوضع هذه الخلية الجسدية الناضجة في مزرعة تنقصها المواد الغذائية اللازمة لنموها (٥٪ فقط مما تحتاجه من غذاء)، فوجدوا أن الحامض النووي الموجود في نواتها يسكن وتسكن الخلية وتصل لمرحلة الكمون Latency بعد خمسة أيام، وهذا يجعل الحامض النووي يعيد صياغة نفسه مرة أخرى وتنفك الشفرة التي تجعله يتخصص لتنمو الخلية في اتجاه معين . وبالتالي أصبحت الخلية الآن مثل الخلية

(1) د. محمد فتحي - استنساخ البشر والجينوم- أغسطس ٢٠٠٠ .

(2) جيناكولاتا- الطريق إلى دوللي- ترجمة أ.د. أحمد مستجير- ١٩٩٩ .

الجنينية Embryonic cell البكر غير المتخصصة. تم نقل نواة هذه الخلية الجسدية بعد ذلك إلى بويضة من نعجة اسكتلندية تم تفريغها من مادتها الوراثية. تم دمج هذه النواة بهذه البويضة بواسطة نبضات كهربائية الأمر الذي يوهم البويضة بأنها تعرضت لعملية إخصاب. ثم بدأت البويضة بالقيام بوظيفة الخلية الأولية ومضت في الانقسام، وبعد مضي بعض الوقت تم زرع النسيج الجنيني داخل رحم نعجة ثالثة لينمو إلى جنين كامل يحمل نفس الصفات الوراثية للنعجة الفنلندية صاحبة النواة لتلد الحاضنة النعجة دوللي Dully.

لقد ولدت النعجة دوللي بتاريخ ٥ يونيه ١٩٩٦ وقد هز خبر ولادتها العالم ولم يتم الإعلان الرسمي عنها إلا في شهر فبراير ١٩٩٧، أي بعد تكتم على الأمر لمدة ثمانية شهور ومنذ ذلك اليوم أصبحت صورة النعجة دوللي معروفة للجميع في أنحاء الأرض كافة.

وقد أعلن إيان ويلموت أنه بعد عشرة أجيال من الاستنساخ الجسدي من دوللي بنفس الطريقة التي ولدت بها أن الجينات الآدمية التي تنتج بروتين الفالاكتا اليومين والمهم جدًا للأطفال المبتسرين (ناقصي النمو) Prematures مستقرة في تكوينها الوراثي، وبالتالي يمكن حينئذ التزاوج بين هذه الأجيال بالطريقة العادية (التناسل الجنسي) والحصول منها على البروتينات المطلوبة، وتكلفت الأبحاث التي أدت إلى ولادة دوللي ٤/٣ مليون دولار.

[1] لقد عاشت دوللي أقل من ست سنوات وماتت في الرابع عشر من فبراير ٢٠٠٢، وهناك نقاش واسع في الدوائر العلمية حول سيرة حياتها فقد تزوجت وأنجبت في أبريل ١٩٩٨ النعجة بوني، وفي سنة ١٩٩٩ ولدت ثلاث خراف وكلها لا تزال على قيد الحياة. والسؤال المحير الذي يطرحه العلماء بقوة هو لماذا عاشت دوللي ست سنوات في حين أن بنات جنسها من النعاج يعشن عادة ضعف المدة التي عاشتها دوللي (١٢ سنة)؟.

(1) د. محمد فتحي - إستنساخ البشر والجينوم- أغسطس ٢٠٠٠.

وأنا أطرح السؤال بطريقة مغايرة وأقول: لماذا عاشت دوللي نصف حياتها؟ ويجب القول أن ما نسمعه من أخبار عن حياتها قد يكون شيئًا قليلًا حيث إن هذا النوع من الأبحاث له أهمية خاصة ويحاط بنوع كبير من السرية. وفي رأيي أن هناك أمورًا كثيرة عن حياة دوللي لا تزال غامضة. وهكذا فإن السؤال الذي يطرحه علماء الاستنساخ عنها: لماذا هذه الحياة السريعة؟ ولماذا هذا الموت المبكر Early death؟ وللعلم فإن الخلية التي استخدمت لاستنساخ دوللي قد تم الحصول عليها من نعجة عمرها ست سنوات، فإذا تم جمع عمر الخلية التي صنعت منها دوللي مع العمر الذي عاشته فسيكون حوالي ١٢ عامًا وهو متوسط العمر الذي تعيشه الأغنام عادة.

وفي تجربة أخرى سنة ١٩٩٨ تم استنساخ أربعة فئران بنفس طريقة دوللي، إلا أن هناك أهمية خاصة للفئران عن دوللي فهي تتكاثر بسرعة (تعطي خمسة أجيال في السنة) وتكاليف إيوائها ورعايتها أقل كثيرًا بالإضافة إلى أن العلماء درسوا الفئران دراسة جيدة من الناحية الوراثية مما يتيح فهمًا أعمق بإمكانات استنساخ الإنسان، وتميزت طريقة استنساخ الفئران عن طريقة استنساخ دوللي بسمات خاصة جعلتهم يطلقون عليها تقنية هونولولو، فبدلًا من استخدام خلية من خلايا الثدي في استنساخ دوللي استخدم فريق البحث خلية من الخلايا التي تحيط بالبويضات في مبيض فأرة بالإضافة لاستخدامهم حمامًا من الكيماويات بدلًا من النبضات الكهربائية في حث اندماج المادة الوراثية وتنشيط عملها مع سيتوبلازم البويضة، أو بمعنى آخر إيهام البويضة بحدوث الإخصاب.

تشترك التوائم المتماثلة على الأقل في اربع خصائص بينما تختلف هذه الخصائص بين دوللي وأمها:

(أ): التوائم المتطابقة تحوي نفس الجينات الميتوكوندرية لأنها من بويضة واحدة، والميتوكوندريا هي مصانع الطاقة في الخلية وتحوي عددًا صغيرًا من الجينات ونحن نحصل على الميتوكوندريا الخاصة بنا من سيتوبلازم خلية البويضة التي صنعتنا. ودوللي قد نقلت نواتها من أمها ولكن سيتوبلازم بويضتها وكذلك الميتوكوندريا الخاصة بها قد حصلت عليها من أمها البديلة Surrogate mother .

(ب): تشترك التوائم المتطابقة في مجموعة الجينات الأمومية في البويضة. والجينات وحدها لا تنمي الأجنة فخلايا البويضة تحوي منتجات بروتينية للجينات الأمومية Maternal genes والتي تلعب دورًا أساسيًا في توجيه النماء المبكر للمضغة. ودوللي لديها الجينات النووية لأمها ولديها منتجات جينات أمها البديلة في سيتوبلازم خليتها المؤسسة لها .

(جـ): التوائم المتطابقة تشترك في الرحم نفسه، أما دوللي وأمها فقد تم حملهما في رحمين مختلفين .

(د): تشترك التوائم المتطابقة في نفس الزمان والتربية أما نسيخ الخلية البالغة فينتج في عالم مختلف عما عاشت فيه أمه البيولوجية .

هل يصدق أحد جديًا أن نسيخًا لبيتهوفن سيجلس يومًا ليكتب سيمفونية عاشرة بأسلوب سلفه في أوائل القرن التاسع عشر؟

ولقد عرف من كتب الطب أن أي كائن حي من الثدييات Mammals يتكون فقط من خلال اتحاد الخلايا الجنسية (أي حيوان منوي وبويضة) يندمجان معًا لتكوين البويضة المخصبة التي تنقسم وتعطي خلايا جنينية غير متخصصة، وبمجرد أن تتخصص هذه الخلايا فإن الحامض النووي الموجود بها يختمها بشفرة معينة بحيث تستمر طول عمرها لا تستطيع أن تغير تخصصها أو وظيفتها، فخلايا الجلد Skin cells لا يمكن أن تنقسم وتعطي إلا خلايا جلد وهكذا خلايا العضلات Muscular cells وغيرها من الخلايا. وكانت هذه مشكلة تواجه كل من ويلموت وكامبل، أي كيف يمكنهما تحويل الخلية الجسدية الناضجة التي تخصصت إلى خلية جنينية غير متخصصة لكي تستطيع الانقسام وإعطاء جنين كامل واستطاعا التغلب عليها .

[1] أراد بريجيز أن يعرف كيف تنشط الجينات أثناء التنامي وكيف تثبط؟ كيف تقرر الخلية بالجنين أن تستعمل أو لا تستعمل جينات معينة تحدد في الكائن النامي طبيعة الخلية

(1) د. عبدالهادي مصباح - الاستنساخ بين العلم والدين- ١٩٩٨ .

ووظيفتها الخاصة؟ ناقش القضية طويلًا مع زميله جاك شولتز وفي النهاية اقترح هذا أن يقوم بريجيز بنقل نواة من خلية ضفدع إلى بويضة ضفدع ليرى ما إذا كان DNA الخلية قد تغير أثناء التنامي تغيرًا يتعذر إلغاؤه أم أن التجربة ستثمر ضفدعًا طبيعيًا ، كان بريجيز يعمل على أجنة ضفدعة النمر الشمالية (رانا بيبنس) وهي ضفدعة توجد في البرك بالولايات المتحدة وكندا وهي شائعة كمادة للتجارب بين العلماء لسهولة الحصول عليها .

إن محاولات استنساخ البشر آتية في المستقبل القريب حيث إن كل العمليات الحيوية التي يحتاجها الاستنساخ مثل: الحصول على بويضة امرأة، ونزع نواتها، وإدخال مادة وراثية أخرى مكانها ، حفظ الجنين الناتج حتى يصل إلى درجة معينة من النمو يمكن زراعته عندها والحصول على رحم امرأة يقوم بحضانة الجنين ، كلها تقنيات بسيطة يمكن إتمامها في آلاف العيادات الصغيرة في مختلف بلدان العالم ، وللآن فإن هناك معارضة شديدة للاقتراب بمثل هذه الإنجازات من الإنسان، لكن هذه المعارضة آخذة في التلاشي ، وبالتالي يصير مصير الإنسان رهينة في يد التكنولوجيا .

وعلى الرغم من وجود بعض الاختلافات البيولوجية بين نمو جنين النعجة وجنين الإنسان، إلا أن بعض العلماء المتخصصين في هذا المجال يروا أنه يمكن تطبيق هذه التقنية على الإنسان خلال فترة لا تتجاوز العشر سنوات، وبالتالي فمن المنطقي أن نناقش ونبحث الفوائد والأضرار التي يمكن أن تعود على البشرية من جراء مثل هذه التجارب، وهناك بعض الأسئلة منها : لماذا نستنسخ الأجنة البشرية؟ وما هو الضرر المتوقع حدوثه من أجل الوصول إلى هذا الهدف؟ وما هو الضرر المتوقع حدوثه بعد الوصول إليه؟

[1] الاستنساخ كما قال جيلبرت مايليندر اللاهوتي اللوثري هو خطوة جديدة وحاسمة على الطريق. إن الاستنساخ هو إنتاج طفل لا خلق طفل، إنه يقلل كثيرًا من استسلامنا للصدفة الوراثية Genetic chance ويزيد كثيرًا من تفهمنا بأن الطفل هو

(1) د. محمد فتحي - استنساخ البشر والجينوم- أغسطس ٢٠٠٠ .

أحد منتجات الإرادة البشرية Human volition. ولقد قال هذا أيضًا الحاخام إليوت دورف بالجامعة اليهودية بلوس أنجلوس: على كل من يريد أن ينجب طفلًا أن يتخلص من ذاته فإذا أمكن أن يأتي الطفل من خلال الاستنساخ فقدنا الاستسلام للنفس وواجهنا خطر تقديس الذات Ego sanctification .

ويقول كاس إن استنساخ البشر سيكون شيئًا جديدًا تمامًا، جديدًا في ذاته وجديدًا في نتائجه التي يسهل توقعها. إن المخاطر هنا عالية جدًّا لقد استفدنا حتى الآن من الرأي الذي يقول: دع التكنولوجيا تمضي إلى حيث تشاء ففي مقدورنا فيما بعد أن نعالج ما قد ينجم من مشاكل.

[1] في نوفمبر ٢٠٠١ حدث ما كان متوقعًا، فقد تم الإعلان في أمريكا عن الوصول وللمرة الأولى إلى خلايا بشرية بواسطة الاستنساخ الجسدي، وحسب تصريحات الطبيب الإيطالي (سيفرينو أنتينوري) فنحن نتوقع رؤية أول إنسان يأتي إلى العالم مع صيف ٢٠٠٢ بغير طريقة الإنجاب التقليدية، هذه المرة سيتم الإنجاب خلافًا لما حصل للكائنات منذ ٥٣٠ مليون سنة وينفك التكاثر عن الجنس، ولكن لماذا كان الاستنساخ الإنساني موضوعًا في غاية الخطورة؟ في الواقع عندما أعلن إيان ويلموت من أدنبرة في اسكتلندا عام ١٩٩٧ عن مجيء النعجة دوللي للعالم بالطريقة الجديدة كان إعلانًا ثوريًا في ثلاثة اتجاهات، العلم والفلسفة والأخلاق:

١- بخرق قانون الطبيعة بقانون جديد .

٢- إن الطريق إلى الاستنساخ الإنساني أصبح قاب قوسين أو أدنى والمسألة لا تعدو عن كونها وقتًا، فطالما كان الإنسان في كيانه البيولوجي من عالم المخلوقات فلن يشكل شذوذًا وينطبق عليه ما ينطبق على النعاج، الفئران والقطط .

٣- كانت يد الإنسان تبحث في الطبيعة لكشف قوانين المادة، أما الآن فقد دخلت

(1) الاستنساخ البشري في مثلث العلم والفلسفة والأخلاق- الشرق الأوسط - جريدة العرب الدولية- العدد ٨٤٠٨- ٢٠٠١/١٢/٥ .

إلى الإنسان نفسه في عمق تركيبه وسر خلقه، كان الإنسان يبحث خارج نفسه فانقلب ليكتشف ذاته، لقد كان القرن الماضي قرن تفكيك كل شيء، من الذرة إلى المجرة From atom to galaxy، ومن أعقد الكائنات إلى أبسط التراكيب العضوية، ومن بدء الزمن إلى مصير الكون Cosmos destiny، وهكذا تم تفكيك الذرة إلى ما تحت البناء الذري ليصل العلم إلى الكواركز واللبتونات، ووصل أحمد زويل إلى الفمتوثانية في أجزاء خيالية من تفكيك وحدات الزمن، وفك ماكس بلانك وحدات الطاقة إلى رزمات شبه لا نهائية بميكانيكا الكم، ووصل آينشتاين إلى تجميد الزمن من خلال سرعة الضوء، ووصل كريج فنتر إلى غاية التشريح الإنساني بفك الجينوم البشري.

لقد عرفنا من التاريخ كيف انفجر الكون قبل ١٥ مليار سنة انفجارًا عظيمًا بعد أن لم يكن شيئًا مذكورًا، وعرفنا أيضًا أن عمر الأرض ٤,٦ مليار سنة وبدء نشأة الحياة قبل ٣,٨ مليار سنة، وتشكل بعد الانفجار كل ما يعرف من مادة، طاقة، زمان، مكان وقوانين .

إن الخلية سواء كانت ملقحة بالطريق العادي أو الاستنساخي تتكاثر على شكل متوالية هندسية: ١-٢-٤-٨، فإذا أمسكنا بالخلية الملقحة العادية عند الانقسام الثالث عند الرقم ٨ فيمكن المحافظة على متابعة رحلة التخلق بخلية واحدة فقط، وحفظ الخلايا السبع الباقية في سائل الأزوت في درجة حرارة ١٦٠° تحت الصفر في رحلة تقترب من الأبدية Eternity حتى عشرة آلاف سنة، كما يمكن استدعاؤها للحياة في أي لحظة حالما تودع الكفن الجليدي Glacial shroud إلى ربيع الحياة ودفئها .

أما رحلة التكاثر فهي تمر طبقًا عن طبق خلقًا من بعد خلق في ظلمات ثلاث، وعند اليوم السادس من الإخصاب تتكور الخلايا مشكلة كيسًا، تنتأ في طرف منه مجموعة متراكبة من الخلايا، ولا تتمايز الخلايا حتى اليوم السادس عشر وتتمتع بأنها خالدة Immortal ومتشابهة ولا تعرف خلية من خلية. ثم يحدث الانقلاب العظيم، حيث تبدأ وتحت تأثير سر مُغيَّب في التحول وكأنها فريق مسرحي متشابه بدأ كل منها في التنكر بملابس جديدة من ملك وخادم وجندي، كذلك تفعل الخلايا تحت وحي خفي ومن خلال لغة كيماوية لم يُحِطْ الطب حتى اليوم بأسرارها. وبعد اليوم السادس عشر تتشكل

ثلاث طبقات من الخلايا : الخارجية تشكل الدماغ، الجلد، الحواس والغدد العرقية، والطبقة الوسطى تكون العضلات والعظام، والطبقة السفلية تكون الرئتين والكبد والمعثكلة والأمعاء (كل قد علم صلاته وتسبيحه)، كل بقدر وسرعة محسوبة وتكاثر مدروس وتذهب كل خلية لتأخذ موضعها مع بقية الخلايا في سيمفونية مدهشة وموسيقى عذبة .

وهكذا تم الاستفادة من تقنية الاستنساخ الجسدي كما شرح (خوزيه سيبيلي) من معهد التكنولوجيا المتقدمة للخلايا (ACT) من ماسا شوست عندما فاجأ جمهور الصحفيين أنه أخذ خلية كشطها من باطن فمه ثم قام بانتزاع المادة الوراثية منها ثم حقنها في بويضة مفرغة من مادتها الوراثية لكن الصدمة البيولوجية **Biological shock** كانت للملأ حينما أخبرهم أنه كسر الحواجز بين الأنواع فزرعها في بويضة بقرة، ويذكر عبدالمحسن صالح في كتابه (التنبؤ العلمي ومستقبل الإنسان) ما هو أكثر من ذلك حينما دمجت المادة الوراثية لفأر مع المادة الوراثية للإنسان، وكانت النتيجة لصالح فأر الحقل حينما قرض الكروموسومات البشرية فذاب الإنسان وبقي الفأر، ويجب أن نشير إلى أن الفتح العلمي الجديد نجح بخلايا بشرية، أما تجربة كسر الحواجز فماتت بعد عدة انقسامات، ولكن العلم يجرب ويجوب دومًا فضاءات معرفية جديدة .

الأهداف الإيجابية للاستنساخ:[1]

(١) المحافظة على أنواع معينة من النباتات والحيوانات ذات خصائص وراثية متميزة أو الحفاظ عليها .

(٢) معالجة العقم من خلال نقل نواة خلية جسدية من الزوج إلى البويضة المستخرجة من رحم زوجته والمفرغة من نواتها ثم زراعة البويضة المخصبة بعد عدة انقسامات في رحم نفس الزوجة.

---

(1) جينا كولاتا – الطريق إلى دوللي – ترجمة د. أحمد مستجير – ١٩٩٩ .

(٣) قد تفيد بحوث الاستنساخ في الكشف عن أسباب الإجهاض المبكر Early abortion، بحيث إذا عرفت الأسباب أصبح بالإمكان منع الحمل، منع الجنين من الانزلاق داخل الرحم أو منع الإجهاض والإسقاط .

(٤) إن الاستمرار في بحوث الاستنساخ يمكن الباحثين من استنبات أجزاء لمبايض وخصى بشرية معمليًا وبالتالي الحصول على بويضات ونطاف باستمرار. . . وأيضًا معرفة أسباب سرعة انقسام الخلايا السرطانية، وإذا ما عرف ذلك فإنه يمكن استخدام وسيلة لإيقاف انقسام هذه الخلايا .

(٥) يمكن عن طريق المسح الجنيني Embryonic scanning تجنب إصابة الأبناء بالأمراض إذا كان الآباء والأمهات يحملون أمراضًا معينة .

(٦) من خلال التعاون Cooperation بين الاستنساخ والهندسة الوراثية يمكن تغيير وظائف فسيولوجية معينة لبعض أنواع البكتيريا لإنتاج أنواع منها لها قدرات خاصة من أجل استعمالها لعلاج بعض الأمراض أو استعمالها في الحروب .

(٧) التحكم في جنس الطفل .

(٨) إنتاج مجموعات من الأشخاص متطابقين للقيام بمهام خاصة كمجالات الحرب والجوسسة .

(٩) الحصول على أولاد نجباء، عباقرة، قيادين وأبطال .

(١٠) الاستفادة منه في زراعة الأعضاء Organ transplantation .

[1] (١١) سوف يصبح من المتاح للأم أن تلد توأمًا متطابقًا ولكن على سنوات متباعدة، حيث إن عملية النسخ تتم بوضع نسخة واحدة في رحم الأم مع الاحتفاظ بالنسخ المتبقية في ثلاجات تحتوي على نيتروجين سائل عند درجة حرارة ٨٠° م تحت الصفر لحين طلبها .

---

(1) د. عبدالهادي مصباح – الاستنساخ بين العلم والدين– ١٩٩٨ .

[1] (١٢) دراسة تأثير انتقال الصفات أو الجينات للنسل من كل من الأب والأم كل على حدة، فهناك بعض الأمراض تكون جينات الأب هي النشطة ومنها مرض برادرويلي Prader- willi، أما في حالة مرض Angleman تكون فيه جينات الأم هي النشطة، وهكذا يمكن دراسة هذه الحالات النادرة بشكل أفضل وإيجاد العلاج اللازم لها عندما يكون الجنين من نواة الأم فقط أو من نواة الأب فقط.

سلبيات الاستنساخ:

(١) النتائج غير مضمونة، حيث إنه من ٢٧٧ تجربة اندماج تمكن الفريق الطبي الأسكتلندي من النجاح في استنساخ النعجة دوللي، أي أن نسبة النجاح ٠,٣٦٪ بالإضافة إلى أن نسبة الإجهاض والتشوهات الخلقية كانت عالية جدًا.

(٢) عند إيجاد قطيع من الغنم أو الأبقار بطريق الاستنساخ فإن تأثر كل القطيع بالعوامل البيئية سيكون واحدًا، وبالتالي فإن الضرر سيكون واسعًا أو كليًا.

(٣) استنساخ أشخاص يعانون من أمراض.

(٤) قد يؤدي إلى استئجار الأرحام Uterus rent.

(٥) يؤدي إلى بيع البويضات Ova sale.

(٦) فقدان ما يجب أن يتمتع به كل فرد من صفات ذاتية تميزه.

[2] (٧) لكل خلية عمر افتراضي Hypothetical age، والاستنساخ باستعمال خلايا لشخص يبلغ من العمر ٦٠ سنة يعد استكمالًا لعمره أم هو عمر جديد للجنين المستنسخ؟

[3] (٨) قد لا يشبه الفرد المستنسخ الفرد المستنسخ منه حيث إن الخلية البشرية الواحدة تحتوي على ما يقرب من خمسين ألف جين يعمل منها من ١٠- ١٥٪ فقط وتظل

---

(1) (3) جيناكولاتا - الطريق إلى دوللي- ترجمة د. أحمد مستجير- 1999.

(2) د. محمد فتحي - استنساخ البشر والجينوم- أغسطس ٢٠٠٠.

الجينات الأخرى في حالة كمون وقد تعمل هذه الجينات الكامنة في الأجيال التالية لتظهر أشكال وصفات وأمراض جديدة لم تكن موجودة في الآباء.

(٩) ربما تعرضت بعض جينات الخلية المستنسخة لعمليات طفور خلال السنوات التي عاشتها نتيجة التعرض للإشعاع أو الكيماويات دون أن يتسبب الخلل Defect الذي أحدثته الطفرة في مشكلة ظاهرة، ولكن ماذا يحدث لو اخترنا هذه الخلية مصادفة لكي نستنسخ طفلًا منها؟ إن الطفل سيولد بعيب معين قد يعرضه لمخاطر كبيرة أو تنتج لنا نسخة مشوهة أو مسخة منه .

(١٠) هناك العديد من المشاكل والمخاطر التي ظهرت على الحيوانات المستنسخة وفي الأم الحامل فيها. ففي حالة استنساخ الأغنام والأبقار ظهرت حالات زيادة في وزن وحجم الجنين داخل رحم الأم مما يهدد بحدوث قطع في جدار الرحم وانفجاره أو حدوث إجهاض تلقائي Spontaneous abortion أثناء الحمل. وفي الفئران المستنسخة كانت المشيمة Placenta أكبر بـ٣٤٪ من المشيمة عند الفأر العادي مما يسبب مشاكل في وظائفها وقد تكون السبب في وفاة الجنين المستنسخ أثناء الحمل، كما تتكون كميات كبيرة من السائل الأمينوسي Amniotic fluid المحيط بالجنين مما يهدد حياته .

(١١) تبين من فحص الكائنات المستنسخة التي ماتت بعد ساعات من ولادتها أن بها تشوهات خطيرة وخللًا واضحًا في كثير من الأعضاء الداخلية الأساسية بالجسم، مثل الرئة، الكبد، الحويصلات الهوائية، القلب، الكلى، الأوعية الدموية Blood vessels، نقص شديد في كفاءة الجهاز المناعي Immune system وتشوهات بالرأس نتيجة عيوب خلقية وجنينية حدثت أثناء عملية الاستنساخ .

(١٢) توارث الصفات من أحد الجنسين يضعف الفرد المستنسخ عما إذا كان من كلا الجنسين معًا لحمله في الحالة الثانية على مزيج من الجينات.

(١٣) مشاكل الميراث للنسخ البشرية الناتجة .

(١٤) يلغي التباينات ويمنع ظهور قوة الهجين Hybrid vigour والانعزال فائق الحدود Transgressive segregation .

(١٥) الإخلال بالتوازن بين الجنسين أو ما يعرف بالنسبة الجنسية Sexual ratio.

[1] من كل ما سبق نستنتج أنه يصعب الحصول بالاستنساخ على نسخة طبق الأصل من الإنسان للأسباب التالية :

(أ) التغيرات أو الأضرار التي قد تصيب المادة الوراثية للخلية المستنسخة خلال استخلاصها .

(ب) تغير الجهاز المسؤول عن قراءة التعليمات الوراثية المتمثل في مادة البويضة المفرغة من نواتها .

(جـ) الظروف البيوكيميائية للرحم الذي يزرع فيه النسيج الجنيني .

(د) الظروف البيئية التي تحيط بالمولود حتى يشب، حيث إن الشخصية الإنسانية لا تعمل في فراغ، وإنما في زمن محدد له ظروفه الخاصة، وكثيرًا ما يكون سلوكها رد فعل للأحداث التي تمر بها فإذا اختلف الزمان أو تغيرت أحواله تغير سلوك الشخصية .

[2] وقد انشغل الكثير من اللاهوتيين Theologicals البارزين في المناقشات الأولى عن التعامل مع الوراثيات البشرية واستنساخ البشر بما في ذلك (تشارلز كيوران، برناردهارينج، وريتشرماك كورميك وكارل رانر) وكلهم من الكاثوليك الرومان، وكذلك (جوزيف فلتشر وبول رامزي) من البروتستانت. واتخذ اللاهوتيان الأخيران مواقف على طرفي نقيض بما أعطى إشارة مبكرة للمدى الواسع من الآراء التي ما زال المفكرون اللاهوتيين يعبرون عنها . أيد جوزيف فلتشر توسيع حرية الإنسان وتحكمه في الإنجاب البشري. وصور استنساخ البشر كواحد من الخيارات الكثيرة الموجودة حاليًا

---

(1) د. محمد فتحي - استنساخ البشر والجينوم- أغسطس ٢٠٠٠ .

(2) جيناكولاتا - الطريق إلى دوللي- ترجمة د. أحمد مستجير- ١٩٩٩ .

أو المتوقعة بالنسبة للإنجاب والتي يمكن تبريرها أخلاقيًا حسب فائدة المجتمع. والحقيقة أن الاستنساخ كوسيلة للإنجاب يعد عند فلتشر أفضل من المقامرة الوراثية Genetical gample التي تحدث عند الإنجاب بالجنس، وفي رأيه أن الإنجاب بوسائل معملية أمر إنساني على نحو جذري لأنه أمر متعمد يتم تصميمه واختياره والرغبة فيه (فلتشر ١٩٧١، ١٩٧٢، ١٩٧٤، ١٩٧٩). وعلى العكس من ذلك فإن بول رامزي يصور استنساخ البشر على أنه هامشي Marginal أو حد أخلاقي لا يمكن تجاوزه إلا بمخاطرة من الحلول الوسط التي تعرض الإنسانية للخطر.

الموقف الديني والأخلاقي والقانوني من الاستنساخ الجسمي:

[1] منذ أعلن عن الاستنساخ كان الموقف الديني والأخلاقي والقانوني واحد بطول العالم وعرضه، وهو تحريم وتجريم تطبيق تقنيات الاستنساخ على الإنسان مع جواز الاستفادة منه فيما يتصل بالحيوان والنبات، واتفقت كل المؤسسات الدينية والمجامع الفقهية والمرجعيات الدينية الإسلامية على الفتوى بالتحريم القاطع للاستنساخ البشري، حتى إن مجمع البحوث الإسلامية أوصى بتطبيق حد الحرابة على من يطبقون تقنيات الاستنساخ على البشر، وتكاد هذه الفتوى أن تكون مستقرة في جميع أنحاء العالم الإسلامي. ويناظرها في العالم المسيحي فتاوى من الكنيسة الكاثوليكية والأرثوذكسية تحمل نفس المعنى وتسير في نفس الاتجاه.

البحث الذي يتوقع أن يثير اهتمامًا في الأوساط الفقهية أعده د/ محمد رأفت عثمان، أستاذ الفقه المقارن بكلية الشريعة والقانون بجامعة الأزهر الشريف عن الاستنساخ في ضوء القواعد الشرعية، وألقاه في المؤتمر الذي عقده المجلس الأعلى للثقافة بمصر عن (القانون وتطور علوم البيولوجيا) الذي شهد عددًا من الاجتهادات الفقهية في مجال الثورة البيولوجية ومنها الاستنساخ.

ويؤكد د/ رأفت عثمان في بحثه الذي قدم فيه إحاطة علمية وافية لموضوع

(1) أ. حسام تمام- موقف عالمي واحد- Islamonline.net ٢٠٠١/٣/٣.

الاستنساخ أن هناك أكثر من حالة للاستنساخ البشري يجب التمييز بين كل منها، وألا تأخذ جميعها نفس الحكم الشرعي، وميز بين ست صور منها، يمكن الفتوى في أربعة منهم بالتحريم القاطع، في حين توجد حالتين منها أفتى بالتوقف بشأنهما، وعدم الفتوى بالتحريم أو الإباحة، لحين معرفة النتائج التي سيتحدد بها القول بالإباحة أو التحريم .

الصورة الأولى:

أن يكون الاستنساخ بأخذ نواة خلية جسدية من أنثى لتوضع في بويضة أنثى أخرى بعد نزع نواتها، ثم زراعتها في الرحم، وهذه الحالة من الاستنساخ البشري أفتى بحرمتها تمامًا، وفقًا لعدة قواعد أصولية وفقهية، أولها قاعدة القياس على حرمة الاستمتاع الجنسي بين أفراد النوع الواحد (السحاق بين الإناث واللواط بين الذكور)، فإذا كان الاستمتاع الجنسي بين أفراد النوع الواحد حرامًا، فالإنجاب بهذه الطريقة أولى بالحرمة، وكذلك سدًا للذرائع، لأنها لو شاعت بين النساء لأدت إلى انتشار الرذيلة، وكذلك منعًا للضرر النفسي والاجتماعي الذي سيقع على المولودة .

الصورة الثانية:

هي أخذ نواة خلية جسدية لامرأة لتوضع في بويضة نفس المرأة بعد نزع نواتها، وهي حرام كالحالة السابقة، وأدلة التحريم هي نفس الأدلة .

الصورة الثالثة:

وفيها تكون النواة من خلية جسدية لذكر حيواني وتوضع في بويضة امرأة بعد نزع نواتها، والحكم فيها هو التحريم القاطع، لأنه عبث وتشويه لخلق اللَّه .

الصورة الرابعة:

تكون النواة من خلية جسدية لرجل، ولكن ليس زوجًا للمرأة صاحبة البويضة، والحكم فيها التحريم لأنه في حكم الزنا، وإن كان ليس زنًا حيًّا لعدم توفر أركانه، ولكن يؤدي إلى ما يؤدي إليه الزنا من اختلاط الأنساب، ومن ثم ينطبق عليه نفس الحكم .

الصور الأربعة السابقة، يذهب د/ رأفت عثمان إلى تحريمها تحريمًا قطعيًا متفقًا مع إجماع العلماء في تحريم الاستنساخ البشري، لكن هناك صورتان أخريان هما :

الأولى:

تكون فيها النواة التي تحمل المادة الوراثية من خلية جسدية لرجل (زوج)، توضع في بويضة امرأة (زوجته) بعد نزع نواتها بشرط أن يكون الزوج حيًا (أي الإنجاب اللاجنسي بين الزوجين)، وهو يفتي بالتوقف في مثل هذه الحالة دون القول بالتحريم أو الإباحة، انتظارًا لنتائج الأبحاث والتجارب في مجال الاستنساخ، فإذا كانت النتيجة طفلًا مشوهًا غير سوي في أي من جوانب التكوين الجسمي والنفسي والاجتماعي، فيكون الحكم هو التحريم القاطع، أما إذا كان الطفل المولود بهذه الطريقة طبيعيًا لا تشوبه شائبة، فيصبح الحكم في هذه الحالة محل مناقشة العلماء من كل الشخصيات العلمية والإنسانية والفقهية، حيث يبدو ساعتها أن الزوج الذي لا يستطيع الإنجاب بالطريق الطبيعي (الجنسي) صاحب حق في اللجوء إلى الاستنساخ وفق هذه الطريقة .

الثانية:

فهي المعروفة بالتوأم السيامي أو المتطابق، وهي صورة للاستنساخ البشري لا يستغنى فيها عن الحيوان المنوي، وإنما هي محاولة لولادة أكثر من مولود يشتركون في نفس الصفات الوراثية، وتتم عن طريق تخصيب بويضة الزوجة بالحيوان المنوي لزوجها في طبق خارج الرحم، وتقسيم البويضة المخصبة بعد عدة انقسامات إلى مجموعة من الخلايا تتطابق جميعها وتحمل نفس الصفات الوراثية، وهو يفتي فيها بالتوقف دون القول بالتحريم أو الإباحة، انتظارًا لنتائج تجارب الاستنساخ، وما ستسفر عنه .

وليس هذه دعوة أو فتوى للاستنساخ البشري، وإنما هو اتباع لمنهج علماء السلف في الفقه الإسلامي في توقع الحادثين، وافتراض قضايا لم تحدث، ثم الاجتهاد في بيان أحكامها (أو ما يعرف بالفقه الفرضي)، فهو على قناعة بأنه بالرغم من تشديد القوانين والتشريعات الدولية على تجريم وتحريم الاستنساخ البشري، فإن ذلك لن يمنع حدوثه

بسبب سهولة هذا النوع من العمليات التي يستطيع أي مركز أطفال أنابيب إجراؤها بعيدًا عن الرقابة، فهي ليست أصعب جهدًا أو أكثر تكلفة من القنبلة الذرية التي لا يتوقف تصنيعها بالرغم من الحظر المفروض عليها، خاصة في ظل تراجع الوازع الأخلاقي والديني، وانتشار العبث مع ضعف الرقابة. ومن ثم، يؤكد د/ رأفت عثمان أن فتواه مرتبطة بوقوع المحظور، وحدوث استنساخ بشري فعلًا .

[1] انعقدت في عام ١٩٩٧ الندوة الفقهية الطبية التاسعة تحت عنوان: رؤية إسلامية لبعض المشاكل الطبية، ما بين ١٤- ١٧ يونيو ١٩٩٧، وفي ذات السنة والشهر انعقد المؤتمر العاشر لمجمع الفقه الإسلامي بجدة (٢٨ يونيو - ٣ يوليو ١٩٩٧) واختتم المؤتمران بتوصيات أفادت في مجملها:

(أ) التحفظ حول موضوع الاستنساخ .

(ب) طلب البحث من أجل وضع قوانين تنظم هذه المسألة .

وانطلاقًا من كل ما سبق فإنه يمكن القول بالمنع أو بالحرمة، وسبب ذلك في النقاط التالية:

(١) لأنه شغل رحم المرأة بغير وجه مشروع ولا يجوز شغل رحم المرأة إلا بماء زوجها .

(٢) لأنه سبب في ضياع الأنساب، ونشأة طفل من غير أب، وإهمال دور الأب في الحياة، وجعل الإنجاب مقتصرًا على المرأة وحدها وهو مخالف للشرائع والطبيعة والأعراف .

(٣) كون الإنجاب مشتركًا بين الرجل والمرأة بطريقة شرعية فإنه يقوي الصلة بين الأفراد، بل فيه معنى نشأة المجتمع لما يحمله من معاني وصور التعاون وحصره على المرأة يقضي على قيام المجتمعات لما تحمله وتستوجبه من حقوق متبادلة فلا قيمة

(1) د. محمد فتحي - استنساخ البشر والجينوم- أغسطس ٢٠٠٠ .

للإنسان بقيت ولا صورة للمجتمع قامت .

(٤) تكريم الإنسان عن غيره من الأحياء، اختصاصه بحقوق منها: الأبوة، الرعاية، النسب والإرث. . .وكل هذه المعاني لا بقاء لها مع الاستنساخ بالمفاهيم السالفة للاستنساخ .

(٥) انطلاقًا من قوله تعالى: ﴿إِن يَدْعُونَ مِن دُونِهِۦٓ إِلَّآ إِنَٰثًا وَإِن يَدْعُونَ إِلَّا شَيْطَٰنًا مَّرِيدًا ﴿١١٧﴾ لَّعَنَهُ ٱللَّهُ وَقَالَ لَأَتَّخِذَنَّ مِنْ عِبَادِكَ نَصِيبًا مَّفْرُوضًا ﴿١١٨﴾ وَلَأُضِلَّنَّهُمْ وَلَأُمَنِّيَنَّهُمْ وَلَءَامُرَنَّهُمْ فَلَيُبَتِّكُنَّ ءَاذَانَ ٱلْأَنْعَٰمِ وَلَءَامُرَنَّهُمْ فَلَيُغَيِّرُنَّ خَلْقَ ٱللَّهِ﴾ [سورة النساء: ١١٧- ١١٩] دلت هذه الآية على تحريم تغيير خلق اللّه، وإنه مما يأمر به الشيطان .

وتأييدًا لذلك ما قاله اللّه تبارك وتعالى في سورة النحل الآية (٧٢): ﴿وَٱللَّهُ جَعَلَ لَكُم مِّنْ أَنفُسِكُمْ أَزْوَٰجًا وَجَعَلَ لَكُم مِّنْ أَزْوَٰجِكُم بَنِينَ وَحَفَدَةً﴾، وفي سورة النساء الآية (١) قال ﷻ: ﴿يَٰٓأَيُّهَا ٱلنَّاسُ ٱتَّقُوا۟ رَبَّكُمُ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن نَّفْسٍ وَٰحِدَةٍ وَخَلَقَ مِنْهَا زَوْجَهَا وَبَثَّ مِنْهُمَا رِجَالًا كَثِيرًا وَنِسَآءً﴾، وفي سورة الإنسان الآية (٢) جاء قوله تعالى: ﴿إِنَّا خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ مِن نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَٰهُ سَمِيعًۢا بَصِيرًا﴾ .

(٦) معلوم أن الضرر الأشد يزال بالضرر الأخف وليس العكس، وأنه إذا تعارضت المفاسد روعي أعظمها ضررًا بارتكاب الأخف، والامتناع عن الاستنساخ أخف ضررًا من ارتكابه .

الاستنساخ عمل طبي، والأعمال الطبية جائزة شرعًا وقانونًا بشروط منها :

(أ) التحقق من حصول المصلحة الشخصية المباشرة المقيدة شرعًا .

(ب) أن يكون احتمال النجاح وحصول النفع مؤكدًا أو قريبًا من المؤكد .

(جـ) أن لا يكون فيه إضرار بالغير، والاستنساخ فيه إضرار بالغير أكيد، إضرار بالطفل المستنسخ من الناحية الاجتماعية والأخلاقية والدينية بالخروج عن الفطرة، حيث يوجد ابن لمعمل وليس لأب معلوم .

إذا قدر لهذا العمل النجاح فإنه سيصبح بإمكان أي معمل القيام باستنساخ الأفراد كما يريد صاحبه، أو كما يريد صاحب الصفقة المالية. وبالتالي: فهو وسيلة إلى الاتجار بالإنسان واستعباده، إضافة إلى إهدار الكرامة الإنسانية الثابتة... والوسيلة تأخذ حكم الغاية. وإذا دعت الضرورة إلى الاستنساخ باعتباره وسيلة علاج وعمل طبي فإنه لا بد من الموازنة بين السلبيات والإيجابيات.

الفصل الثاني: الاستنساخ الجنسي

لأن من سيأتون بعدنا قد لا يكونون مشابهين لنا ، ولأن الذين هم مشابهون لنا قد لا يأتون بعدنا ، أو لأنه بعد فترة من الزمن قد لا يأتي أحد بعدنا - لهذا كله لا بد للبشرية أن تضمن من الآن أن يصبح من يأتون بعدنا أبعد جدًّا عن أن يكونوا مشابهين لنا (بول رامزي Fabricated man - Ramsey P.) .

[1] يتم الاستنساخ الجنسي بتلقيح البيضة بماء الزوج وعند انقسام البيضة المخصبة تفصل الخلايا كل خلية على حدة وتنمى لتكون نسخًا متعددة ثم تودع في رحم الزوجة .

وقد بدأت فكرة هذا النوع من الاستنساخ عام ١٩٩٣ بواسطة العالمين الأمريكيين (ستيلمان وهول) حيث أخذا خلية منوية تحتوي على ٢٣ كروموسوم ولقحا بها بيضة تحتوي على ٢٣ كروموسوم لينتجا بيضة ملقحة بنواة ذات ٤٦ كروموسوم، ثم انقسمت هذه الخلية الملقحة لتعطي أربع خلايا والأمر الجديد في بحثهما ما يلي :

١- أنهما توصلا إلى إنزيم ومواد كيميائية استطاعت أن تذيب الغشاء البروتيني السكري المحيط بهذه الخلايا فانفصلت عن بعضها البعض .

٢- توصلا إلى مادة جديدة من الطحالب البحرية Marine algae لإصلاح جدر الخلايا المنفصلة وتغطيتها حتى لا تتأثر .

٣- أخذا كل خلية من هذه الخلايا وقاما باستنساخ كل واحدة منها على حدة لتنتج ٤ خلايا أي الناتج ١٦ خلية ، ثم فصلا هذه الخلايا واستنسخاها حتى وصل العدد ٦٤ خلية .

ثم جمدوا هذه الخلايا التي هي البداية الأولى للجنين وأخذوا واحدة فقط لتنميتها

(1) الاستنساخ الجنيني أو (الاستتآم)- http://www.almomeazoon.com - ٢٠٠٤/٤/١٢ .

حتى وصلت إلى ٣٢ خلية ولم يكملا العمل خوفًا من الجوانب الأخلاقية. وهذا البحث جرى بعيدًا عن أعين اللجان الأخلاقية وأذيع في أحد المؤتمرات عام ١٩٩٣، وأثار زوبعة من الخلاف بين علماء الدين وعلماء الأخلاقيات، إلا أن علماء الخلايا والبيولوجيا منحوهما جائزة أحسن بحث في المؤتمر.

وقد اختلف العلماء المعاصرون في حكم هذه الصورة على النحو التالي:

القول الأول: التحريم وعليه جمهور العلماء المعاصرين وعليه قرر مجمع الفقه الإسلامي بجدة تحريم الاستنساخ البشري بطريقتيه المذكورتين أو بأي طريقة أخرى تؤدي إلى التكاثر البشري.

القول الثاني: جواز استنساخ الجنين وعليه قرار اللجنة الطبية الفقهية بالأردن. وقد جاء في ملخص الحكم الشرعي لاستنساخ الجنين البشري: فصل الخلايا من البيضة الملقحة بعد الانقسام الأول أو الثاني أو الثالث أو بعد ذلك بقصد استعمالها لإحداث الحمل في فترة الزوجية جائز شرعًا، وتحكمه القواعد ذاتها التي تحكم موضوع التلقيح الاصطناعي الخارجي (طفل الأنابيب) In Vitro Fertilization (IVF)، وقد وافق الفقهاء الحضور بالإجماع على ذلك..... بينما تحفظ على هذا الرأي كل من الشيخ الدكتور/ راجح الكردي والشيخ الدكتور/ عبدالناصر أبو البصل، الذي كان رأيهما أن الاستنساخ الجنيني غير جائز إلا في حالة امرأة لديها مشكلة في ثبات الحمل وكذلك التجميد لهذه الغاية جائز.

استدل المتحفظون بالأدلة والاعتراضات التي تمنع الاستنساخ الجنسي ورأوا أنها تأخذ في نفس الحكم لكونها كالاستنساخ الجسدي من حيث الأصل. أما الذين أجازوا فرأوا أنها تأخذ حكم التلقيح الصناعي الخارجي لأن هذه العملية قائمة بين رجل وزوجته وفي ظل العلاقة الزوجية ولا علاقة لطرف ثالث بها وهذه التقنية تفيد في الآتي:

(أ) أنها علاج لبعض حالات العقم لدى الرجل والمرأة، فالمرأة التي تعاني مشكلة الفقر في التبويض، والرجل الذي تكون خلاياه المنوية ميتة أو بها تشوهات

Deformities إلا القليل منها فإن هذه التقنية تساعدهما على الإنجاب .

(ب) أنه يمكن الاستفادة منها في تشخيص الأمراض الوراثية في المختبر، فالنسخة التي تم استنساخها يمكن فحصها فإن كان ثمة مرض وراثي أهملت جميع النسخ ولم تودع في الرحم، وبذلك نتحاشى ولادة أطفال مشوهين .

يظهر مما سبق جواز الاستنساخ الجنيني عند وجود الحاجة الماسة إليه كما هو الشأن في علاج بعض مشاكل العقم لكون الطريقة من حيث المبدأ سليمة. أما في حالة الرغبة في الحصول على أجنة متشابهة فلا يجوز لأن الأصل في التلقيح الصناعي Artificial fertilization الجواز عند الضرورة، والضرورة تقدر بقدرها فلا يتوسع في استباحة المحظور والله أعلم .

الاستنساخ والعقيدة الإسلامية:

توهم بعض الناس أن الاستنساخ يتصادم مع العقيدة الإسلامية القاضية بأن الخلق والإيجاد لله وحده، وأن هذا الاستنساخ الذي هو من فعل البشر يضاهي خلق الله. وقد جاء هذا التوهم نتيجة الإثارة الهائلة التي واكبت عملية الاستنساخ والعبارات التي صدرت بها بعض الصحف الغربية والعلمانية، مما جعل البعض ينكر الاستنساخ أصلًا أو يظن أن في ذلك تحدي للخالق ﷻ وهذا وهم ظاهر.

ويمكن الرد على هذا التوهم بما يلي :

١- أن الاستنساخ ليس خلقًا، بل هو طريقة جديدة للتكاثر غير الطريقة المعهودة في البشر، فالخلية المستنسخة والبيضة من خلق الله سبحانه وتعالى، ولم تكن معدومة فأوجدت، بل غايته التلقيح بصورة جديدة فقط. فالعلماء يتعاملون مع عناصر مخلوقة لله، فالخلية من النعجة والنعجة لم يوجدها العلماء بل هي من خلق الله، وعملية الانقسام الخلوي التي تتم بوسائل حيوية بالغة التعقيد داخل الخلية نفسها وكلها موجودة ولم يخلقها العلماء. والخلق عند الإطلاق يدل على الإيجاد من العدم ويدل على ذلك قوله تعالى:

(أ) ﴿وَقَدْ خَلَقْتُكَ مِن قَبْلُ وَلَمْ تَكُ شَيْئًا﴾ [مريم: ٩].

(ب) ﴿أَوَلَا يَذْكُرُ الْإِنسَانُ أَنَّا خَلَقْنَاهُ مِن قَبْلُ وَلَمْ يَكُ شَيْئًا﴾ [مريم: ٦٧].

(جـ) ﴿إِنَّهُ يَبْدَأُ الْخَلْقَ ثُمَّ يُعِيدُهُ﴾ [يونس: ٤].

٢- أن الله ﷻ أوجد القابلية للتكاثر في خلقه بهذه الطريقة وغاية ما فعله الإنسان هو اكتشاف هذه الخاصية وتسخيرها لخدمته ولا يعد هذا خلقًا كما هو الشأن في النبات حيث يمكن غرس غصن برتقال في شجرة ليمون لتحمل شجرة واحدة نوعين من الثمار، وكذلك في الحيوان مثل البغل الناتج من الحصان والحمار، فكل هذا لا يعد خلقًا ولا يتعارض مع سنن الله.

٣- إن هذا العمل لو كان فيه معنى الخلق، فليوجد العلماء خلية أو بيضة من العدم كما هو شأن الخالق وهذا يستحيل تصوره عقلًا، قال تعالى: ﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ ضُرِبَ مَثَلٌ فَاسْتَمِعُوا لَهُ إِنَّ الَّذِينَ تَدْعُونَ مِن دُونِ اللَّهِ لَن يَخْلُقُوا ذُبَابًا وَلَوِ اجْتَمَعُوا لَهُ وَإِن يَسْلُبْهُمُ الذُّبَابُ شَيْئًا لَّا يَسْتَنقِذُوهُ مِنْهُ ضَعُفَ الطَّالِبُ وَالْمَطْلُوبُ﴾ [الحج: ٧٣].

[1] إن الاستنساد (الشطر الجنيني) يحرم في حالة دخول طرف ثالث بالإضافة إلى الزوجين، وما دون ذلك فهو حلال بضوابط هي:

(١) أن تتم العملية في حياة الزوج وبتلقيحه هو.

(٢) أن تتم بمراعاة الضمانات الكافية لمنع اختلاط الأنساب.

(٣) إتمام العملية برضاء الزوجين وعلمهما.

(٤) إعدام الأجنة المتبقية بمجرد انقضاء الحاجة إليها، لأنه ليس ثمة رفض شرعي لإعدام خلايا لم تتخلق ولم تعلق بجدار الرحم.

وفي رد على من يشبهون عملية الاستنساد بعملية خلق نبي الله عيسى عليه وعلى

(1) أ.د. محمد سليمان الأشقر - نحو اجتهاد يضبط عملية الاستنساخ- Islamonline.net - ٢٠٠١/٢/١.

نبينا الصلاة والسلام ما يلي :

(أ) أن العملية التي تمت أنتجت أنثى من خلية أنثى ولم يتم إنتاج ذكر من خلية أنثى .

(ب) أن خلق عيسى تم من خلال خلية غير ملقحة بينما الاستنساد من عملية تلقيح .

(ج) أن خلق عيسى سيظل معجزة حتى ولو تم إنتاج إنسان من خلية غير ملقحة ، لأن خلقه تم في غيبة الوسائل التكنولوجية المتاحة للعلماء في الوقت الحالي .

(د) لم يتناول القرآن قضية خلق عيسى باعتبارها معجزة بل ذكرها في إطار عادي لا ينطوي على تحدي .

الاستنساخ والنسيخ

أولًا: عقوبة الاستنساخ:

إن إجراء العملية بالوجه الجائز لا يترتب عليه أية عقوبة، وإن تمت بوجه غير جائز فالعقوبة تعزيرية تترك للمشرعين والفقهاء ولا تدخل في حد الزنا الذي يتطلب الوطء صراحة وهو ما لم يحدث .

ثانيًا: الحضانة والنفقة:

تكون حضانة النسيخ لأمه التي صدر القرار بأنها أمه ثم لباقي القرابات على النظام الشرعي المتبع في الحالات العادية، وأن نفقته على أبيه الشرعي فإن لم يوجد فعلى باقي الأقارب فإن لم يوجد من تلزمه نفقته تكون النفقة على بيت المال .

ثالثًا: الميراث:

يرث النسيخ أباه وأمه ويرثونه في حالة ثبوت العلاقة، ووليه يكون الأب الشرعي وإن لم يكن له أب شرعي فعصبته أمه كابن الملاعنة وابن الزنا .

رابعًا: الدين

يتبع النسيخ خير أبويه الشرعيين دينًا، ولا عبرة بالأصل المنسوخ، ولا بصاحبة البويضة إن اختلفت عن صاحبة الرحم الحامل، فإن لم يعلم له أب ولا أم ونشأ في دار الإسلام فهو مسلم تبعًا للدار .

[1] دعنا نلاحظ أن إتاحة الاستنساخ لن تؤدي بالضرورة كما قد نتوقع إلى مساعدة أصحاب أفضل الهبات وراثيًا على حساب أقلهم هبات، بل ستجعل الأفراد الأقل في الهبات الوراثية يزدادون سوءًا كمجموعة إلا إذا تزوجوا من الأفراد الأفضل في هباتهم

(1) جيناكولاتا – الطريق إلى دوللي – ترجمة د. أحمد مستجير – ١٩٩٩ .

ولكنهم لن يفعلوا . فأصحاب الهبات الأفضل غالبًا ما يتزوجون أحدهم من الآخر حتى يوفروا لأطفالهم أفضل الهبات الوراثية، وهذا يترك أصحاب أدنى الهبات ليتزوج أحدهم من الآخر في معظم الحالات. وبالتالي فإن إتاحة الاستنساخ ستؤدي إلى أن يزداد تحسن بعض أصحاب الهبات الأفضل وأن يزداد البعض الآخر سوءًا، كما أن بعض أصحاب الهبات الأدنى سيزداد تحسنًا ويزداد بعضهم الآخر سوءًا .

[1] صادق مجلس النواب الأمريكي على قانون يحظر استنساخ البشر ويعاقب المخالفين بالسجن وغرامات تصل إلى مليون دولار. وقد صادق المشرعون على القانون بأغلبية ٢٤١ صوتًا مقابل ١٥٥، رافضين بعض الاستثناءات التي قد تعين الباحثين على اكتشاف علاجات لبعض الأمراض مثل الزهايمر والشلل الرعاش (باركنسون) والسكري. ولكن من المتوقع أن يواجه القانون باعتراضات عندما يتم طرحه للتصديق عليه في مجلس الشيوخ .

ويعكس هذا القانون الذي طرحه ائتلاف من نواب الحزبين الجمهوري والديمقراطي، موقف إدارة الرئيس بوش المؤيد لحظر جميع الأبحاث الخاصة بالاستنساخ البشري، لأنها ترى أن الجنين المستنسخ هو كائن بشري حتى قبل زرعه في الرحم، وأن تدميره بغرض البحث العلمي أمر غير أخلاقي. ويأتي طرح القانون بعد أن أعلنت شركة كلونيد إحدى شركات الأبحاث العلمية العام الماضي أنها نجحت في استنساخ أول طفل، الأمر الذي لم يتم التحقق من صحته.

وقالت (سومايريك) النائبة عن الحزب الجمهوري أن قانونًا لا يحظر الاستنساخ كليًا سيكون بمثابة منح رخصة لأحد أبشع وأخطر المشروعات التجارية في التاريخ الإنساني. وقالت على الكونجرس أن يتحرك فورًا وأنه لا يمكننا أن ننتظر حتى تعلن شركة تكنولوجيا بيولوجية أنهم قد استنسخوا أطفالًا .

لكن (جيمس ماكجوفرن) عضو الحزب الديمقراطي قال: إن القانون سيغلق الباب

(1) إقرار قانون أمريكي يحظر استنساخ البشر- BBC Arabic News - ٢٠٠٠/٧/٢٨ .

أمام أبحاث هامة تقوم على ما يعرف باسم الاستنساخ العلاجي. وقال لا أرى أي جانب أخلاقي عندما أنظر في عيني مريض الزهايمر أو الشلل الرعاش وأقول له أننا سنقف في طريق علاجك .

ويعتبر قانون تحريم استنساخ البشر، عملية الاستنساخ البشري لأغراض الإنجاب والأبحاث الطبية، أو استيراد جنين مستنسخ أو أي منتج مستخلص منه، جريمة وفق القوانين الفيدرالية الأمريكية. ويفرض القانون غرامة تصل إلى مليون دولار إلى جانب عقوبة السجن عشر سنوات على المخالفين .

وقد أثنى الرئيس بوش على مجلس النواب لإقراره القانون وقال في بيان له : إنني ككل الأمريكيين، أؤمن بأن استنساخ البشر أمر مزعج للغاية .

الباب السادس

الفصل الأول
الجينوم البشري

الفصل الأول: الجينوم البشري

تعريف الجينوم البشري وأسماؤه:[1]

١- هو مجموعة الطاقم الوراثي أو الرصيد الوراثي Genetic remainder للإنسان، وهو يضم في مجموعه كل الجينات أو المورثات الموجودة في خلايا البشر.

٢- هو الهوية الحقيقية للإنسان.

٣- هو المميزات لكل شخص كالبصمات.

٤- الخريطة الجينية للإنسان.

٥- خريطة الشريط الوراثي.

٦- الحقيبة الوراثية.

٧- كتاب سر الحياة.

٨- الملف الجيني الإنساني والشفرة الوراثية البشرية.

و غير ذلك من الإطلاقات والتسميات الدالة في مجموعها على ما يحتويه الإنسان كمادة وراثية لها طبيعتها، خصائصها، وظائفها، تتابعها وتداخلها وتأثيرها فيه عقلًا ونفسًا وجسدًا، صحة ومرضًا، وغير ذلك.

تعريف مشروع الجينوم البشري:

مشروع الجينوم البشري غير الجينوم البشري، وذلك لأن الجينوم البشري كما ذكرنا يضم في مجموعه كل الجينات أو المورثات الموجودة في خلايا البشر، أما

(1) الجينوم البشري alyasmen.com .

مشروع الجينوم البشري هو جملة النتائج والحقائق التي توصل إليها العلماء حاليًا تجاه ماهية بعض المادة الوراثية وليس تجاه جميعها أو أغلبها .

انطلاق العمل في الجينوم البشري:

الجدير بالذكر أن العمل في مشروع الجينوم البشري جاء تتويجًا لما أصبح يعرف في عصرنا الحالي بالثورة البيولوجية Biological revolution الكبرى التي تزايد الاهتمام بها في الآونة الأخيرة بشكل ملفت للانتباه ومفزع للأفراد والمجتمعات والدول والقارات .

ويقول الباحثون والمحللون أن المشروع بدئ العمل فيه منذ سنة ١٩٩٠ ، وكان من المفترض أن ينتهي عام ٢٠٠٥ ، ومنهم من قال بإمكان الانتهاء منه قبل ذلك . والمشروع تقوم به هيئات ومراكز علمية من ١٦ - ١٨ دولة ، منها إسرائيل ، ويضم أكثر من ١٦٠٠ عالم مع استبعاد الدول العربية ، وتشارك بعض الدول النامية بصورة جزئية .

تطور العمل في مشروع الجينوم البشري:

العمل في مشروع الجينوم البشري لا يزال متواصلًا باعتمادات مالية جبارة وبجهود بحثية وعلمية عملاقة ومتألقة . وقد أعلن العلماء في ٢٦ مايو ٢٠٠٠ فك رموز وجدولة كامل المخزون الوراثي البشري تقريبًا ، ومعرفة معظم الشفرة الوراثية Genetic code . وعلى الرغم من هذا الإعلان فإن بعض العلماء البيولوجيين يذكرون أن العمل في المشروع لا يزال في أطواره الأولى ، وأن الباحثين والخبراء لا يزال الطريق أمامهم طويلًا وشاقًا من أجل كشف ماهية Quiddity هذا الجينوم المعقد وغير القطعي .

فقد ذكر الدكتور أرثر كابلان (مدير مركز أخلاق البحث العلمي الحيوية بجامعة بنسلفانيا) أن المشروع لا يزال في بدايته ، وبلغة الخرائط استطاع العلماء أن يرسموا لنا خريطة مشابهة لخريطة الكرة الأرضية بجميع قاراتها ومحيطاتها ، ولكن تنقص هذه القارات التفاصيل المفقودة من جبال ، مسطحات ، سهول ، وديان ، أنهار ، غابات ، طرق ومدن تعطي صورة دقيقة لأي خريطة .

أهداف الجينوم البشري ومخاطره:

أولًا - أهداف الجينوم البشري:

الجينوم البشري شرع فيه لتحقيق أهداف وغايات عدة. وهذه الأهداف تتوزع على مجالات كثيرة، كالمجال الصحي العلاجي والمجال الحقوقي والقانوني فيما يتصل بتطوير الأبحاث والدراسات، وفيما يتصل بالاستنساخ البشري والتدخل في المخزون الوراثي وفي النظام الجيني للإنسان، وما يمكن أن يؤدي كل هذا من مخاطر على الصحة والبيئة، وعلى صعيد العقائد والشرائع والأخلاق .

ومن هذه الأهداف:

١- تحديد وحصر جميع الجينات في الخلية البشرية من أجل اكتشاف كل تفصيلات الطاقم الوراثي المتعلق بتنامي الإنسان ووظائف الأعضاء Organ functions والأنسجة والخلايا وخصائصها وسماتها السوية وغير السوية، ويعرف هذا الهدف إجمالًا بضبط السيرة الذاتية للنوع البشري أو الهوية الجينية للإنسان، ويقوم العلماء بتخزين وتحليل كل المعلومات الجينية التي يحويها الجينوم في قاعدة البيانات، ونقل التكنولوجيا ذات الصلة بالموضوع إلى القطاع الخاص Special sector .

٢- الوقاية من الأمراض المحتملة والمضمون حدوثها، وذلك بالكشف عن أسبابها ومداخلها وأماراتها. ويعتمد هذا الكشف على المعطيات والمعلومات الوراثية المذكورة في كيان الجينوم البشري، فبوسع علماء الخريطة الجينية البشرية أن يضبطوا الجينات المسؤولة عن الأمراض والعاهات والأدواء، وأن يعلموا إمكانية الإصابة بها في مستقبل الأيام وحتى في أواخر عمر الإنسان. ومن هذه الأمراض السكري، تصلب الشرايين، سرطان القولون، الزهايمر، ضمور العضلات، الأورام المختلفة، سرطان الثدي، ضغط الدم، وتليف الأعصاب، وغير ذلك .

وقد ذكر الدكتور/ زغلول النجار أن الأمراض التي تصيب الإنسان تنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين :

(أ) أمراض خلقية وراثية يولد بها الإنسان، وهذه سببها تغير في عدد الكروموسومات أو في أشكالها .

(ب) أمراض أخرى تظهر بعد أن ينضج الإنسان ويكتمل بناء جسده، وهذه تأتي من خلل أثناء انقسام الخلايا Cell division .

وكل ما يصيب الإنسان من خلل خلقي أو وراثي مسجل في الشفرة الوراثية للإنسان. وعليه فإن تشخيص أسباب المرض بواسطة الجينوم البشري يسهم في تحقيق الصحة الإنسانية من جهة ممارسة الوقاية والتوقي من وقوع الأمراض في المستقبل، وذلك بشرط استحضار جملة من الضوابط اللازم رعايتها حتى لا يؤدي هذا التشخيص والتوقي إلى ما هو أفسد وأنكى من الأمراض التي يراد الوقاية منها، ويذكر أنه من قبيل الوقاية المتبعة في التشخيص من خلال الجينوم البشري: الفحص قبل الزواج Premarital scanning وأخذ الاحتياطات اللازمة للوقاية من الأمراض والأدواء.

٣- معالجة العديد من الأمراض الواقعة والحاصلة، وذلك باعتماد ما يعرف بالعلاج الجيني Gene therapy القائم على استخدام الجينات التي يتكون منها الطاقم الوراثي الإنساني أو الجينوم البشري. ومن هذه الأمراض (السرطان، السكري، أمراض القلب والزهايمر). ويأتي هذا الأسلوب العلاجي الجيني ليؤسس نمطًا متطورًا للغاية في معالجة الأمراض وصناعة الأدوية والمستحضرات، وهو يبشر بمكاسب مهمة للصحة الإنسانية، كما أنه محفوف بمخاطر كبرى على صُعد ومستويات مختلفة .

ويفكر العلماء في صناعة برامج للحواسيب تحتوي على الكثير من المعلومات عن الجينات وترتيب القواعد النيتروجينية، بحيث يمكن للحاسوب عند وجود إصابة في إنسان ما أن يحدد أين الخلل وبسرعة فائقة للغاية .

٤- استخدام الجينوم البشري في الإثبات والنفي، أي إثبات الحقوق والواجبات لأصحابها أو نفيها عنهم، وذلك كإثبات نسب الابن إلى أبيه وهو ما يعرف بإثبات النسب عن طريق البصمة الوراثية DNA fingerprint، وكإثبات الجرائم واكتشاف

أصحابها من خلال مخلفاتهم التي تخضع إلى التحليل الجيني، وكذلك معرفة المفقودين والمحروقين في الكوارث Catastrophes، والذين يتعرف على هوياتهم بعد إجراء الفحوصات الجينية على ما تبقى من أشلاء .

٥- تحديد جنس المولود .

٦- تقوية اقتصاد بعض الدول والمؤسسات العلمية والبحثية وبعض الشركات التجارية والصناعية، بسبب التطور الهائل للبحوث الجينية والتجارب الوراثية التي تدر على أصحابها الأموال الطائلة، ولذلك دخل القطاع الخاص منافسًا قويًّا لمراكز البحوث المدعومة من قبل الدولة في السباق للكشف عن الجينوم البشري .

وقد راهنت عدة شركات لها ارتباطات بالدراسات البيولوجية على خوض تجربة الهندسة الوراثية وجعلها سوقًا تجارتها لن تبور. فقد تأسست مجموعة من تلك الشركات وقدمت الدعم المادي للبيولوجيا، واستقطبت أعدادًا من العلماء ليقوموا بالتجارب والأبحاث التي تعود بالنفع على تلك الشركات، ومن تلك الشركات: شركة موتورز الأمريكية، وشركة البيوجين في جنيف ومؤسسة جينتيك الدوائية .

٧- تطوير ما يعرف بطب الجينات، والعمل على إيجاد وتأسيس ما يعرف ببنك الجينات Gene bank أو البنك الجيني الذي يودع فيه المنخرطون، ليس أموالهم وذهبهم وفضتهم وعقودهم، وإنما يودعون فيه شفراتهم الجينية ليستفاد منها في معرفة الأمراض المحتملة .

ثانيًا - مخاطر الجينوم البشري:

الجينوم البشري مكتشف علمي بيولوجي جديد، وهو كما ينطوي على محاسن وفوائد عدة، فإنه يحوي مخاطر كثيرة ومفاسد عظيمة، وهذا يعود إلى طبيعة استخدامه والاستفادة منه، ولكي تستبعد الاستخدامات السيئة المفضية إلى الإضرار بالإنسان والبيئة والأخلاق والقيم، لزم ضبطه وتقييده بمعيار محكم وقانون محدد. ولعل بيان المخاطر التي يمكن أن يوصل إليها اكتشاف واستعمال الجينوم البشري يسهم في قيام

السياسة الضابطة والخطة المعدلة لمسيرة هذا الجينوم ولآثاره ونتائجه .

فإجمال القول في هذه المخاطر يوضح أن الاكتشافات البيولوجية المتطورة في الآونة الأخيرة - والجينوم أحد عناصرها تضعف القدرة على السيطرة، وتوجهنا نحو المجهول، وتهدد المبادئ والمثل الأساسية، كما تهدد في النهاية بتغيرنا . كما أن اكتشاف الجينوم يضع الفكر البشري Human intellect أمام نافذة مشرعة على كل الاتجاهات وهو لا يستطيع أن يرى أكثر من أرنبة أنفه . وهو يحول الإنسان إلى مجرد آلة يمكن تعديلها أو نسخها ، وصنع قطع غيار مناسبة لكل فرد، و . . . . وماذا بعد؟ سؤال حائر من الصعب الإجابة عنه ، بل إنه من المرعب الإجابة عنه .

عدد العلماء المخاطر والمفاسد التي يمكن أن يؤدي إليها اكتشاف الجينوم البشري فيما يلي:

١- تهديد الصحة الإنسانية Threat of human health وإحداث الأمراض القاتلة والأدواء المستعصية بسبب ما يعرف بالعلاج أو التحكم الجيني، أو العلاج عن طريق الشفرة الوراثية أو عن طريق الخريطة الجينية .

٢- ذكر العلماء أن العمل في العلاج عن طريق الشفرة الوراثية يقع في ظلام كامل وفي معيار يقاس بالجزء من المليون من المليمتر، فلا يجوز الدخول فيه أبدًا إلا للضرورة القصوى، أي في حالات الأمراض المستعصية أو حالات التشوهات الخلقية الكبيرة .

كما ذكروا أن أي تغيير لترتيب الجين يؤدي إلى تغير الصفة أو الوظيفة المسؤول عنها هذا الجين، ويحدث ما يسمى بالطفرة، التي قد تسبب أمراضًا وراثية أو تشوهات خلقية أو أمراضًا سرطانية أو مضاعفات حادة . وهذا يرجع إلى دقة العمل في الجينات والتصرف فيها والحساسية وتعقيد الحامض النووي Nucleic acid complication وتتابعه وغير ذلك . وقد شبه المؤلف (مات ريدلي) عزل الجين من الخلية بعزل إبرة من كوم قش .

٣- كما تتمثل المخاطر التي تهدد صحة الإنسان وسلامته فيما أصبح يعرف بالاستفادة من الحيوان لصالح الإنسان على مستوى نقل الأعضاء والخلايا والأنسجة والدماء والأنسولين من الحيوان إلى الإنسان. فقد ذكر العلماء أن هذه العمليات تحمل في طياتها إمكان فناء البشرية وانتشار الأمراض والأوبئة Epidemics وانتقال الفيروسات الضارة من جسد الخنازير والقرود وغيرها إلى جسد الإنسان، وإمكان حصول طفرات جينية Point mutations خطيرة ومدمرة. ويذكر د/ عبدالهادي مصباح أمثلة لهذه العمليات، منها: استخدام مخ الأجنة لبعض الحيوانات ونقله إلى الإنسان لعلاج مرض الشلل الرعاش .

٤- تهديد الكرامة والحقوق الإنسانية المعنوية، وهتك معالم الشخصية والحرمة البشرية وثوابتها وذلك من خلال عدة أمور منها :

(أ) تسويغ الإجهاض وتقنينه وجعله حلًا أمثل للعلاج، وطريقًا للتخلص من الأمراض المحتملة والممكنة .

(ب) إشاعة الأسرار الشخصية ومخالفة حق السرية، وقد أثار الفحص الجيني مشكلة من سيكون له الحق في معرفة نتائجه، ولم يستطع أحد إلى الآن الإجابة على ذلك، فالجينات ليست ملكًا لصاحبها فقط، فهي مشتركة بين الأبناء، والآباء والأجداد، الأخوة، والأخوات .

(٥) إشاعة الرعب والقلق واليأس في النفوس والمجتمعات والدول من خلال التعرف على الأمراض والعاهات المستقبلية المحتملة وإفشائها ونشرها وتعميمها، ومن خلال بيان مخاطرها واستحالة علاجها والتخلص منها، ولعل من حكم الجهل بالغيب حصول الطمأنينة والارتياح واستبعاد الارتماء في عالم الهواجس والأوهام والاكتئاب Depression بسبب معرفة داء قادم ومرض عضال. ولعل هذا قد أدى إلى صيحات الفزع للباحثين في الجينوم .

٦- تفويت حق العمل والكسب وحق الانخراط في أنظمة التأمينات والمعاشات،

وذلك بسبب المعرفة المسبقة بحالة الإنسان الصحية والنفسية في المستقبل، فلا يستغرب أن يهتم أصحاب العمل وشركات التأمين Insurance companies بمعرفة الحالة الصحية للإنسان بناء على معرفة الخريطة الجينية له لتفادي أي مشاكل صحية قد تعوقه عن العمل أو تتسبب في خسائر مادية للشركات، أو أن تمارس التفرقة الجينية بين الأفراد والعمال من قبل أصحاب العمل والشركات بناء على الوضع الصحي المستقبلي

٧- تفويت حق التنوع والاختلاف، وهذا يحدث من خلال توحيد الصفات الإنسانية وتحسينها، وإيجاد الأذكياء والعباقرة واستبعاد الأغبياء والبله والحمقى، وهو يخالف كما ذكرنا خاصية التنوع والتباين والاختلاف بين بني البشر، ويصادم مبدأ التسخير والتعاون والاحتياج، ويعارض سنة الخالق في خلق عباده .

٨- تعميق ظاهرة العنصرية والتفرقة بين بني البشر وذلك من خلال :

(أ) اختيار المميزات العنصرية والتفرقة ضد المرأة والأقليات .

(ب) قيام تبني الأطفال في الغرب على أساس الاختيار والتمييز والانتخاب الجيني .

(ج) إنشاء المحاكم الوراثية Genetic courts .

(ء) سياسات التطهير العرقي والحتمية البيولوجية Biological determinism .

(هـ) بالإضافة إلى تعارض بعض استخدامات الجينوم البشري لأركان العقيدة الإسلامية ولمبادئ الأخلاق والقيم . مثل التدخل في اختيار جنس المولود، وما يعنيه ذلك من تفضيل لجنس على آخر، والجري وراء شهوات النفس ورغبات الدنيا، تفويت لقيمة الإيمان بالقضاء والقدر، لقيمة الصبر والاحتساب، وانتفاء سنة التوزيع المحكم بين الذكورة والأنوثة، وبين المواصفات والقدرات العقلية والجسدية .

٩- تعميق ظاهرة الاحتكار المادي والاستغلال الاقتصادي، والإثراء الفاحش

وذلك بسبب توظيف تقنيات الجينوم البشري واستخداماته في كسب الأموال الطائلة ورفع تكلفة العلاج، وابتزاز الدول النامية والعالم الثالث والشعوب المستضعفة التي أقصيت وأبعدت عن معرفة تقنيات وأبحاث الهندسة الوراثية والخريطة الجينية البشرية، وليس مستبعدًا أن يحتكر الأغنياء والحكام هذه التقنيات أو أن يقع استغلال لدول العالم الثالث، كما هو الحال بالنسبة للطاقة الذرية Atomic energy .

صراع الجينات[1] Gene conflict

الجسم ضحية أو مجال لمعركة وهو أيضًا وسيلة لنقل طموحات الجينات، وهذه آخر مقولة لعلماء البيولوجيا، وهي تنسف مقولة أن الجينات عبارة عن وصفات تنتظر في سلبية استنساخها حسب هوى الاحتياجات الجماعية للكائن .

فالجينات يتصارع أحدها مع الآخر، وفكرة أن يكون الجينوم ميدانًا لمعركة بين الجينات الوالدية والجينات الطفولية أو بين جينات الذكور وجينات الإناث، كل هذا قصة قلما يوجد من يعرفها خارج مجموعة صغيرة من البيولوجيين التطوريين، إلا أنها هزت بعمق الأسس الفلسفية للبيولوجيا .

فعلى سبيل المثال كل جينوم هو أكثر تعقيدًا بكثير مما يلزم، وبعضها يحوي جينات حقيقية من نوع مختلف تمامًا ويتضمن امتدادات كثيرة تبدو بلا معنى، وكأنه كتاب يكتب نفسه ثم يضيف ويحذف ويعدل باستمرار على مدى الحقب، وتسلك الجينات وكأن لها هدفًا أنانيًا ليس على نحو واع وإنما ارتجاعي : الجينات التي تتبنى هذا السلوك تزدهر والجينات التي لا تفعل ذلك لا تزدهر. وهذا يفيد كثيرًا فيما أصبح يعرف اليوم على نحو واسع بمصطلح (البصمة الوراثية) .

لقد حدث للبيولوجيا في سبعينيات القرن العشرين ما حدث للفيزياء منذ خمسين سنة وهو انهيار اليقين والاستقرار والحتمية ليقوم مكانه عالم من التقلب والتغير وعدم

(1) عرض/ إبراهيم غرايبه- الجينوم مستودع أسرار البشرية- ٢٠٠٦/٥/١٧ .

القابلية للتنبؤ .

إن الجينوم الذي تفك شفرته في هذا الجيل ليس سوى لقطة واحدة لوثيقة تتغير باستمرار، فليس هناك وجود لطبعة نهائية من كتاب الجينوم .

السنيبس: [1]

«تعال نتعلم معًا اللغة التي خلق اللّه بها البشر» .

هل تساءلت يومًا عن الشيء الذي يجعلني أنا؟

هل تساءلت يومًا عن أوجه الشبه والاختلاف بينك وبين صديقك اللدود شارون؟

نعم التشابه كبير وتبلغ نسبته ٩٩,٩٪ أما نسبة الاختلاف فتأكد أنها لا تتجاوز ٠,١٪، هذا ما كشفت عنه الأبحاث الجينية الحديثة حيث أشارت ولأول مرة إلى وجود اختلاف قدره واحد بالألف في بنية الـDNA بين الأفراد، فالبشر كافة يملكون نفس تركيبة الـDNA . والذي يتألف كما هو معلوم من شريطين ملتفين حول بعضهما البعض بما يشبه السلم الملفوف، والذي تتكون جوانبه من جزيئات السكر والفوسفات، وتتكون درجاته من مجموعة من القواعد أو الأسس النتروجينية وهي (A,G,C and T) والتي يصل عددها إلى ٣ مليار قاعدة أو أساس .

فإذا كانت تركيبة الـDNA هي نفسها، فلماذا يختلف البشر عن بعضهم البعض؟

الحقيقة أن استبدال حرف واحد من سلسلة الـDNA يؤدي إلى تغير فردي للنيوكليوتيد بحيث تأخذ أشكالًا مختلفة، وهذا التغير هو ما يسمى بالسنيبس، ويعتبره البعض كبهارات الحياة، وهو يؤدي إلى اختلافات قدرها ٠,١٪ بين البشر .

من المعلوم أن معظم الأمراض ذات منشأ وراثي كما أنها لا ترتبط بموروثة واحدة وإنما بمجموعة موروثات ومجموعة عوامل بيئية أو شخصية كالسنيبس، كما أن هناك

---

(1) د. رحاب الصواف–السنيبس أو التغيرات الفردية متعددة الأشكال للنيوكليوتيد-arabmedmag.com - ٢٠٠٤/٧/٣١ .

درجات للطفرة التي تحدث في الموروثات يتراوح تأثيرها ما بين القاتل والعابر، فمثلًا عند استبدال Exchange الأساس T بالأساس A في السلسلة الأولى من موروثة الجلوبين بيتا ينتج عنه تغير في الحمض الأميني الموجود في بنية ذرة البيتاجلوبين، فيتحول الجلوتاميك إلى الفالين، مما يحول الكرية الحمراء الطبيعية إلى كرية حمراء شاذة مرافقة لفقر الدم المنجلي Sickle cell anemia، ومن الملاحظ ارتفاع تواتر السنيبسات المسؤولة عن هذا المرض لدى الشعوب الأفريقية والأمريكية .

وكما أن السنيبس يؤدي لأضرار أحيانًا فإن بعضًا منه ذو فائدة كبيرة في رفع مقاومة بعض الشعوب لبعض الأمراض كما هو الحال في ارتفاع مناعة الشعوب القوقازية الموجودة في أوروبا الشمالية تجاه فيروس الإيدز (HIV) .

هذا وقد حدد العلماء خواص وفوائد كثيرة للسنيبس منها:

١- تغيرات تحدث على سلسلة الـDNA .

٢- تتكرر كل ٢٠٠ - ٣٠٠ قاعدة نيتروجينية .

٣- يتراوح عددها بين ١٠ - ٣٠ مليون سنيبس .

٤- تم الكشف عن ٤ مليون سنيبس .

٥- ١٪ منهم يوضع على الموروثات نفسها وتدعى عندها بالسنيبسات المرجعية rsSNPs، نظرًا لتأثيرها على ثبات وعمل الموروثة خاصة في حالة وضعها على المناطق الفعالة في الموروثة (مناطق الـExon) وليس في مناطق الـIntron، الأقل فاعلية .

٦- معظم السنيبسات مفيدة .

٧- جزء بسيط منها يرتبط بالأمراض .

٨- يمكن اعتبارها كشارات ضوئية سهلت دراسة التسلسل الجيني للموروثات ولسلسلة الـDNA بالكامل أثناء وضع الخريطة الوراثية .

٩- هي مشعرات جينية تشخيصية ذات قيمة أثناء تحديد الأشخاص ذووا عامل

الخطورة المحتمل لظهور الأمراض .

١٠- لها صفة النوعية، فكل أسبوع يتم تحديد سنيبسات جديدة مرافقة لأمراض محددة، مثل التهاب القولون القرحي، الزهايمر، الداء السكري، باركنسون، والكثير والكثير من الأمراض .

١١- دراسة السنيبس تفيد في دراسة التغيرات الوراثية التي تحدث على العضويات الدقيقة من جراثيم أو فيروسات كما هو الحال في السلالات الجديدة New races من عصيات E.coli وفيروسات HIV التي تبدي مقاومة شديدة للدواء بسبب زيادة تواتر الطفرات وخاصة على مستوى السنيبس .

١٢- دراسة السنيبس تفيد في مجال البحوث الزراعية من أجل متابعة التغيرات الوراثية الحاصلة على المحاصيل من مقاومة للحشرات وللأعشاب الضارة .

ونظرًا لأهمية وضع خريطة للسنيبس كما هو حال الخريطة الوراثية، تم عام ٢٠٠٢ إنشاء مجموعة عمل موحدة لأكبر عشر شركات دواء عالمية عملاقة وبرأس مال مشترك وهي: شركات Bayer, Squibb, Hoffman La Roche, Smith Kline Beacham, Searle, Rorer, Novartis, Pfizer, Hoechst and Glaxo welcome .

سميت مجموعة العمل SNP consortium وهدف هذه المجموعة هو وضع خريطة للسنيبس تفيد في تطبيق فكرة زبونة الدواء Customized medicine أي إعطاء الدواء المناسب بالتركيز المناسب للشخص المناسب وفي الوقت المناسب، ويتم ذلك عن طريق المسح الجيني Gene scanning للمريض من أجل تحديد خريطته الوراثية وسنيبساته وذلك قبل بدء العلاج، ويأملون بتطبيق هذه الطريقة خاصة في مجال معالجة الأورام والتي كثيرًا ما يلاحظ عدم استجابتها لطرق العلاج الكيماوية Chemotherapy بالرغم من زيادة التركيز، ويأمل العلماء أنه بحلول عام ٢٠١٥ سيتم دراسة الاستجابة الجزيئية للدواء عن طريق دراسة هذه التغيرات مباشرة بعد تناول

الدواء دون الانتظار لأسابيع وقبل معرفة مدى التحسن .

طرق كشف وتنميط السنيبس: Detection and genotyping methods of SNPs

هناك طرق كثيرة للكشف وتختلف بحسب المبادئ الأساسية في التنميط ومنها :

(أ) الطرق الكيماوية :

(١) Allele specific hybridization .

(٢) Polymerase extension .

(٣) Enzymatic cleavage .

(٤) Flap endonuclease discrimination .

(ب) طرق التحري التي تعتمد على :

(١) Fluorescence .

(٢) Colorimetric methods .

(٣) Mass spectrometery .

(٤) Chemiluminiscence .

تحتاج معظم هذه الطرق إلى حواسب ورقائق وكواشف متميزة وهذا يؤدي لارتفاع كلفة تنميط السنيبس Genotyping SNPs الواحد لتصل إلى دولار أو نصف دولار أمريكي بحسب دقة الطريقة ونوعيتها. وحاليًا ونتيجة التنافس الكبير بين الشركات المصنعة للإلكترونيات ولطواقم الكشف انخفضت كلفة تنميط السنيبس الواحد إلى ٢٠ - ٣٥ سنت أمريكي. وتعمل كل من شركة IBM وشركة Motorella على الوصول إلى كلفة تنميط للسنيبس تعادل واحد سنت أمريكي. هذا ومن الممكن حاليًا كشف ٤٥٠٠ سنيبس خلال ربع ساعة أو ٤٠٠٠٠٠ سنيبس كل ٢٤ ساعة، وذلك عند استخدام

طريقة الرحلان المناعي الكهربائي الشعري Capillary electrophoresis sequencing system وهي طريقة واعدة للكشف عن الرخيص والسريع. ويجب أن لا ننسى أنه للكشف عن مرض واحد معقد، يجب إجراء تنميط لأكثر من ٥٠٠ - ١٠٠٠ مريض وذلك من أجل الحصول على علاقة مفيدة وواضحة بين السنيبس والمرض. وبعد هذه الجولة السريعة في عالم التغيرات الدقيقة أو عالم السنيبس فقد صحت مقولة بعض العلماء أن الألفية الثالثة بدأت مع بداية القرن البيولوجي لما لهذه الاكتشافات والبحوث من أهمية كبيرة .

ولا تستغرب إذا ما تباينت هذه الأرقام لحين وصولها ليديك نتيجة التباين الكبير لهذه الدراسات حيث تطالعنا مجموعة العمل الدولية (ISMW) والتي تعمل على وضع خريطة للسنيبسات بنشرات دورية أسبوعية تحمل أنباء عن اكتشافات جديدة تربط أمراضًا معينة بسنيبسات معينة .

[1] الميكروبات من أكثر الكائنات تواجدًا على الأرض وأكثرها إثارة للدهشة لتواجدها في مناطق في غاية البرودة أو الحرارة، في المناطق الإشعاعية Radiance regions، الحمضية، و ذات الضغط الجوي العالي أو المياه شديدة الملوحة. كما تتواجد في الطبيعة من حولنا ، في أجسامنا ، في الهواء، الماء وفي الطعام .

تم الاستفادة من بعض خواص الميكروبات في صناعة الطعام والتغليف والتخمر Fermentation. ومع التوصل للسلاسل الوراثية الكاملة لهذه الميكروبات فإن التطبيقات ستصبح أكثر قوة وتعقيدًا لأن البحث سيكون عن خواص الميكروبات التي يمكن الاستفادة منها بشكل لم يكن ممكنًا من قبل. من أجل هذا قامت إدارة الطاقة الأمريكية (DOE) بإنشاء مشروع خاص بجينوم الميكروبات عام ١٩٩٤ يدعى Microbial Genome Program (MGP) من أجل البحث في خواص الميكروبات ذات العلاقة بإنتاج الطاقة وتنظيف البيئة من بعض المخلفات الصناعية .

---

(1) تطبيقات جينوم الميكروبات- المركز الوطني لأبحاث التقنية الحيوية - مجلة ضاد - مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية .

إن الحصول على المعلومات الكاملة عن هذه الميكروبات سيمكن العلماء من دراستها على أدق المستويات وكذلك عزل الجينات التي تمكن بعضها من العيش في ظروف لا يمكن لأي كائن آخر العيش فيها .

١- التخلص من النفايات :

هناك نوع من الميكروبات يدعى Deinococcus radiodurans والذي يعرف بأنه أكثر الميكروبات قدرة على العيش في أشد الظروف المناخية والمعيشية القاسية التي لا يمكن لأي كائن آخر العيش بها ، إذ يمكن لهذا النوع العيش في المناطق الإشعاعية بشكل طبيعي . ويهتم العلماء بالبحث في الخواص المذهلة لهذا الميكروب والتي تمكن المجتمعات المتضررة من آثار المواد الإشعاعية من التخلص منها بمساعدة هذا الميكروب بصورة أو بأخرى .

وقد تمكن العلماء في معهد الطاقة الأمريكي من الحصول على السلسلة الوراثية Genetical chain لميكروب C.crescentus الذي يعالج المياه ويساعد في تكريرها .

٢- تغيير الجو :

تؤدي المستويات المتزايدة من غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو والناتج عن الثورة الصناعية Industrial revolution إلى الاحتباس الحراري على سطح الكرة الأرضية وما يتبع ذلك من تأثيرات مدمرة .

عمد فريق العمل في معهد الطاقة الأمريكي إلى إطلاق مشروع يهدف إلى خفض مستويات هذا الغاز عن طريق مكاثرة بعض أنواع الميكروبات التي لها القدرة على تحويله إلى منتجات لا تضر بالجو .

٣- مصادر الطاقة البديلة :

يقوم العلماء بدراسة السلسلة الوراثية لميكروب Chlorobium tepidum والذي يملك قدرة غير عادية على إنتاج الطاقة من الضوء .

٤- التقنية الحيوية :

الأركاي الذي يسمى Archaeon archaeoglobus fulgidus وبكتيريا Thermotoga maritima لديهما القدرة على العيش في درجات حرارة تزيد عن درجة غليان الماء وهذه الميكروبات تمثل تجارة رابحة على مستوى المراكز البحثية الحكومية والشركات الخاصة التي تستخلص منها إنزيمات مهمة للغاية في التفاعلات التي يتم استخدامها في الهندسة الوراثية .

وكذلك بكتيريا Corynebacterium glutamicum هي الأخرى محط اهتمام القطاع الصناعي بشكل جدي لقدرتها على إنتاج الحمض الأميني Lysine بتركيزات عالية، وتكمن أهمية هذا الحمض في تغذية الحيوان، وهو من أهم الأحماض الأمينية في هذا الشأن كما يمكن استخدامه كبديل لفول الصويا أو وجبات البروتين المستخرجة من اللحم .

ويستخدم ميكروب Xanthomonas campestris pv في إنتاج مادة تسمى Exopolysaccharide xanthan gum والتي تستخدم في القطاع الصناعي كمادة مثبتة .

وتعتبر بكتيريا Lactococcus lactis من أهم الميكروبات التي تحمل جدوى اقتصادية ضخمة. هذه البكتيريا هي حجر الأساس في صناعة الحليب ومنتجاته من الجبن واليوقرت وغيرها، كما أنها تستخدم في صناعة بعض أنواع الخبز. ويتوقع العلماء فرص استثمارية مؤكدة عند دراسة السلسلة الوراثية لهذا الميكروب بطريقة تمكن قطاع الأغذية من الاستفادة منها بصورة أفضل، كما أن قطاع صناعة الأدوية قد يستفيد أيضًا من هذه البكتيريا كأداة ناقلة لتوصيل بعض الأدوية إلى أماكن معينة في الجسم .

٥- مقاومة المضادات الحيوية :

لا زال العلماء يفحصون السلسلة الوراثية لبكتيريا Enterococcus faecalis والتي تشكل نسبة من العدوى في المستشفيات. وخلال بحثهم عن سبب تحول هذه

البكتيريا من نوع يعيش بسلام في أمعاء الإنسان إلى نوع يسبب عدوى مرضية شديدة، وجد العلماء منطقة في السلسلة الوراثية لهذه البكتيريا لها القدرة على تغيير التركيبة الوراثية لها مما يجعلها متعددة الأشكال بحيث يستعصي على المضادات الحيوية قتلها، وسمى العلماء هذه المنطقة مجازًا بالجزيرة الممرضة **Pathogenetic island** .

هذا الاكتشاف وغيره من الاكتشافات المماثلة يمكن العلماء مع مرور الوقت من إيجاد طرق جديدة لمقاومة البكتيريا التي تمثل تهديدًا خطيرًا للصحة بسبب انتشار أنواع جديدة منها لا يمكن قتلها بالمضادات الحيوية المستخدمة حاليًا .

٦- حقيقة الأسلحة البيولوجية:

تمكن العلماء حديثًا من تصنيع فيروس شلل الأطفال في المختبر بشكل كامل وبطرق تقنية محضة، مستخدمين المعلومات الحيوية المتوفرة عن طريق الإنترنت. تم دعم هذا البحث عن طريق إدارة الدفاع الأمريكية كجزء من برنامج الاستجابة المبكرة لخطر الأسلحة البيولوجية لتثبت للعالم مدى الواقعية التي يمكن بها إنتاج أسلحة بيولوجية، وقد خلص البحث إلى دعوة بقية المؤسسات الدفاعية إلى الحذر من التراخي حيال هذه الأسلحة .

٧- دراسات تطور الكائنات الحية:

رغم التعارض الواضح بين ما نص عليه الكتاب والسنة النبوية المطهرة وما يتم حول تراكم الأدلة بشكل أو بآخر حول العلاقة الواضحة بين الكائنات الحية والتي تثبت وجود أصول مشتركة بين كل من الأقسام الثلاث الأساسية المكونة لها، وهي **Eukaryota, Bacteria and Archaea**، فإن استخدام الحاسب الآلي وبعض البرامج التي تقارن بين السلاسل الوراثية للكائنات الحية توضح مدى التشابه بين هذه السلاسل .

٨- التطبيقات الزراعية:

كان للسلاسل الوراثية المستخرجة من النباتات والحيوانات تأثيرًا إيجابيًا مذهلًا .

حيث إن استخدام برامج المعلومات الحيوية على الحاسب الآلي تجعل بالإمكان معرفة وظائف الجينات Gene functions الهامة والتي يمكن الاستفادة منها في إنتاج محاصيل وخضروات مقاومة للأمراض والحشرات، وتحسن من الكم والنوع لها مما ينعكس بشكل إيجابي على الإنتاج الزراعي والحيواني للمجتمعات بشكل عام .

٩- مقاومة الحشرات :

هنالك جينات في بكتيريا Bacillus thuringiensis لها القدرة على مقاومة العديد من الحشرات الضارة، تم نقل هذه الجينات إلى عدد من المحاصيل مثل القطن والذرة، وإضفاء قدرة المقاومة للحشرات على هذه المحاصيل له فوائد عظيمة منها استخدام كميات أقل من المبيدات الحشرية الضارة بالإنسان .

١٠- دراسات المقارنة :

إن استخدام طريقة المقارنة بين السلاسل الوراثية لمختلف الكائنات الحية مفيدة للغاية، فمثلًا عند اكتشاف التسلسل الوراثي لجين جديد يمكن وضع السلسلة داخل أحد برامج المعلومات الحيوية ومن ثم مقارنتها بالسلاسل الأخرى الموجودة في الكائنات الحية والتي ستوضح مدى التشابه بين السلاسل والوظائف المحتملة للجين الجديد، مما يسهل مهمة البحث العلمي ويدعمه بطرق في غاية القوة والسهولة .

السلسلة الوراثية في الفأر تتشابه بنسبة ٩٨٪ مع تلك التي في الإنسان. وقد استخدمت الفئران لفترات طويلة في دراسة وظائف الجينات والبروتينات والأمراض والتي تمثل نموذجًا يمكن تطبيقه بشكل تقريبي على الإنسان .

إن التكنولوجيا التي تم تطويرها في التسعينيات، مثل أجهزة تحديد سلاسل الحمض النووي عالية السرعة وأجهزة الكمبيوتر المتطورة، أدت إلى سرعة وتيرة التقدم إلى حد كبير. واليوم يمكن الكشف عن وجود جين ما في غضون ساعات، ويقول العلماء أنه يمكن تحديد السلسلة الكاملة لجين أي كائن حي في حوالي ستة أشهر. وبحلول عام ١٩٩٠ كان قد تم اكتشاف ٢٠٠ جينة بشرية تقريبًا مسببة للأمراض. أما

الآن، فقد كشف النقاب عن حوالي ٢٠٠٠ جينة بشرية منها. ويقول العلماء أنهم لا يعرفون وظيفة حوالي نصف عدد الجينات المكتشفة حتى الآن .

وفي النهاية، سوف يغير مشروع الجينوم البشري طريقة ممارسة الطب. وسيؤدي إلى فهم أعمق لآلية الأمراض، وهذا ما قاله (روبرت أتش واترسون)، مدير مركز تحديد سلاسل الجينوم في جامعة واشنطن في الولايات المتحدة .

[1] قام كل من الرئيس الأمريكي بيل كلينتون ورئيس الوزراء البريطاني توني بلير يوم الاثنين ٢٠٠٠/٦/٢٦ بإعلان متزامن عن تدشين النسخة الأولية Primary copy من خريطة الجينات البشرية والتي تحتوي على ٩٠٪ فقط من رموز الخريطة .

وكانت مؤسستا : Celera genomics، ومشروع الجينات البشرية Human genome project قد انتهينا من الترتيبات الأخيرة لهذا الإعلان المتزامن وكان توقيت وترتيبات هذا الإعلان محل تفاوض بين تلك المؤسسات وبين البيت الأبيض - حسب ما نشر موقع Latimes (لوس أنجلوس). وقد قال الرئيس كلينتون - في إشارة إلى الإعلان - إن فك شفرة الجينات البشرية من شأنه أن يحدث تغييرًا جذريًا في أساليب الرعاية الصحية .

ومن المتوقع أن يحدث المشروع نقلة نوعية في مجالات : العلوم الطبية، الهندسة الطبية، الهندسة الوراثية، الأنثروبولوجيا، علم التطور ودراسة الهجرات البشرية Human emigrations، الطب الشرعي، الزراعة، الثروة الحيوانية وصناعة الدواء .

ويثير القائمون على المشروع عددًا من التساؤلات والمخاوف منها :

١- من يكون له حق الاطلاع على تلك المعلومات الوراثية؟

٢- كيف تستخدم هذه المعلومات؟

(1) د. مجدي سعيد- تساؤلات حول آثار تدشين خريطة الجينات البشرية- Islamonline.net - ٢٠٠٠/٦/٢٦ .

٣- من الذي يحفظ تلك الأسرار ويتحكم فيها؟

٤- كيف تؤثر تلك المعلومات على الأفراد والمجتمعات؟

٥- من الذي سيملك الوصول إلى التكنولوجيا الجينية؟

٦- من الذي سيحاول استخدام تلك التكنولوجيا؟

٧- من الذي يملك بنك الجينات Gene bank والأجزاء الأخرى من الـDNA؟

٨- هل يملك البشر التحكم في تصرفاتهم، أو التحكم في خاصية وراثية ما مثل الطول؟

٩- من الذي يملك حق اتخاذ قرار بهذا الخصوص؟

١٠- ما هي الآثار المحتملة لجعل الجينات البشرية مشاعًا؟

[1] الانتهاء من الخريطة الوراثية للأرز:

يكتسب الأرز أهمية خاصة من بين محاصيل الحبوب المختلفة، وترجع تلك الأهمية لكونه الغذاء الرئيسي لأكثر من نصف سكان العالم، وهذا ما دفع العلماء إلى الاهتمام به ودراسته على المستوى الجزيئي. وبعد جهد وعناء من العمل الدؤوب أتم العلماء دراسة الخريطة الوراثية للأرز وهو ما اعتبره الجميع نقطة انطلاق أساسية لتطوير هذا المحصول والوصول إلى أصناف عالية الإنتاجية لتغطية احتياجات البشر .

يعتبر الأرز هو أول محصول يتم الانتهاء من الخريطة الوراثية الخاصة به من بين محاصيل الحبوب، هذا وقد تم وضع هذه الخريطة الوراثية على قاعدة بيانات متاحة للغالبية العظمى من العلماء ومربي النباتات للاستفادة منها في تحسين الأصناف الحالية.

إن إتمام هذه الخريطة سوف يسهل أي تعديل وراثي Genetic modification

(1) التكنولوجيا الحيوية والأرز- مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية - مصر- العدد السابع عشر- فبراير ٢٠٠٦ .

في هذا المحصول كنقل جين من محصول آخر إليه للحصول على صفة أفضل، والمثال الواضح هنا هو نجاح العلماء في نقل الجين المسؤول عن فيتامين (أ) مما جعل الأرز الناتج مصدرًا لهذا الفيتامين. وينظر مربي الأرز لهذه الخريطة باهتمام شديد حيث تمكنهم من إنتاج أصناف من الأرز تقاوم الجفاف والأمراض والبرودة بشكل أسرع من ذي قبل .

ومما هو جدير بالذكر أن مشروع دراسة الخريطة الوراثية للأرز قد بدأ في عام ١٩٩٨ بواسطة العلماء اليابانيين وبمشاركة علماء من الولايات المتحدة الأمريكية، الصين، فرنسا، تايوان، الهند، تايلند، كوريا، البرازيل والمملكة المتحدة. ولقد قامت مؤسسة روكفيلر بنيويورك بتمويل هذا المشروع بمبلغ مائة مليون دولار أمريكي. وشاركت بعض الشركات الكبرى مثل شركة مونسانتو الأمريكية وشركة سينجينتا السويسرية بمعلومات دفعت هذا المشروع للأمام .

وتعبيرًا عن هذا الإنجاز العلمي الكبير، علق السيد تاكوجي ساساكي نائب مدير المعهد الوطني للعلوم البيولوجية الزراعية في سوكوبا باليابان والمدير الرئيسي لمشروع جينوم الأرز قائلًا : إن عملنا لم ينته بعد، إنها مجرد بداية :

[1] عقد فريق التنسيق الصيني لمشروع الخريطة الأحادية للجينوم البشري العالمي أول اجتماع تنسيق أعمال في بكين يومي ٢٨، ٢٩ مارس/ ٢٠٠٣ إيذانًا ببداية رسم اللفيفة الصينية لهذه الخريطة، علمًا بأن الفريق الصيني يتكون من علماء صينيين بالبر الرئيسي ومنطقة هونغ كونغ ومقاطعة تايوان .

بموجب المشروع الجديد، يعمل العلماء بجهود جهيدة على تحديد الشرائح الأصلية المخلفة من الجينوم البشري بعد أجيال وأجيال من الدراسة وذلك على أساس سلسلة خريطة الجينوم البشري المنفذة وأنواعها وتوزيعاتها في مختلف القوميات إلى جانب ترقيم هذه الشرائح .

(1) العلماء الصينيون يرسمون خريطة أحادية للجينوم- صحيفة الشعب اليومية - الصين- ٢٠٠٣/٤/١ .

يذكر أن علماء من الصين، الولايات المتحدة الأمريكية، بريطانيا، اليابان وكندا قد بدأوا تنفيذ هذا المشروع رسميًا في واشنطن في أكتوبر ٢٠٠٢ . وطبقًا لخطة تقسيم العمل، تحتل الحصة الأمريكية ٣١٪ واليابانية ٢٥٪ والبريطانية ٢٤٪ والكندية ١٠٪ والصينية ١٠٪ وتشتمل على رسم خرائط أحادية للكروموسومات ٣، ٨، ٢١ .

يشار إلى مشروع الخريطة الأحادية للجينوم البشري العالمي اتخاذه من المجموعات البشرية الثلاث الأسيوية والأفريقية والأوروبية أهدافًا رئيسية للبحوث، وتحتل كل مجموعة من المجموعات الثلاث ثلث العينات. وتقدم قومية هان الصينية ٥٠٪ من العينات الأسيوية وهذا الرقم يعادل سدس العينات العالمية .

قال (يانغ هوان مينغ) رئيس مركز هوادا بكين لبحوث الجينات وهو أيضًا منظم اللفيفة الصينية، أن رسم الخريطة الأحادية للجينوم البشري من شأنه أن يقدم معلومات متكاملة وأدوات بحثية فعالة للجينوم البشري بالنسبة لبحوث التنوع الوراثي Genetic diversity لمختلف المجموعات البشرية، تحليل الأمراض ووراثتها، تحديد الجينات المعيبة Defective genes، العوامل المسببة للأمراض، فعالية الأدوية ومضاعفاتها الجانبية، تحليل مخاطر الأمراض، نشوء الإنسان وتحولاته وتاريخ هجرته.

أشار الدكتور (تشانغ لان يانغ) بمركز بحوث العلوم الطبية الأحيائية التابع لأكاديمية البحوث العلمية المركزية التايوانية إلى أن هذا المشروع سينجز كاملًا قبل أكتوبر ٢٠٠٤، مؤكدًا بأنهم سيتعاونون مع مركز الجنوب للجينوم البشري الوطني بمدينة شنغهاي في رسم خرائط أحادية للكروموسومين ٨، ٢١ .

وقال البروفيسور (وانغ تسي هوي) بكلية الكيمياء الحيوية التابعة لجامعة هونغ كونغ للعلوم والتكنولوجيا، أن التعاون بين العلماء في المناطق الداخلية وهونغ كونغ وتايوان في هذا المجال يتحلى بأهمية بالغة، علمًا بأن الجامعات الهونغ كونغية الثلاث المشاركة في هذا المشروع قد تلقت دعمًا ماليًا وبشريًا وفنيًا من حكومة المنطقة الإدارية الخاصة، مشيرًا إلى أن المشاركة في تنفيذ هذا المشروع سيسفر عن قوة دافعة لتطوير التكنولوجيا الحيوية لأنه مشروع هام للبحوث العلمية عن طريق التعاون الدولي .

الفصل الثاني: البروتيوم البشري

[1] عند بزوغ فجر الألفية الثالثة The third millennium خطا علم التقنية الحيوية خطوات كبيرة للأمام بعد الإعلان عن رسم الأطلس الوراثي للإنسان، وهو ما يعرف بمشروع الجينوم البشري. وانتشرت في معظم وسائل الإعلام موجة من الآمال العريضة تشير إلى أن إنجاز هذا المشروع الكبير يعني بداية الخلاص من أخطر الأمراض، بما في ذلك السرطان. لكن سرعان ما تبخرت هذه الآمال، بعد أن أيقن العلماء أن هذا الإنجاز لا يزيد عن فتح أحد الأبواب الرئيسية المغلقة المؤدية إلى فهم الأمراض وعلاجها، فما توصل إليه العلماء حتى الآن هو قراءة كتاب الحياة فقط، لكن فهمه واستيعابه والاستفادة القصوى من جميع معطياته يحتاج إلى المزيد من البحث .

وإنجاز مشروع الجينوم البشري صاحبته مفاجآت كثيرة، من بينها أن عدد الجينات في الإنسان ٣٤ ألفًا فقط، وليس مائة ألف كما اعتقد العلماء لمدة طويلة، ولهذا برز سؤال مهم هو: كيف أمكن تكويننا بمثل هذا الإعجاز والتعقيد من خلال ٣٤ ألف جين فقط. علمًا بأن ذبابة الفاكهة تملك ١٣ ألفًا من الجينات ونبات الأرابيدوبسيس يملك ٢٥ ألف جين؟

وسارع العلماء بالبدء في مشروع البروتيوم البشري Human Proteome للإجابة على هذا السؤال الصعب، الذي لخصه العالم الأمريكي (بريان شيت) فيما يلي: إن ما نريد اكتشافه هو أن في أعماق كل فرد مائة تريليون خلية. فما هو نوع كل بروتين تنتجه هذه الخلايا؟ لذلك كان لا بد من ترتيب وجرد وتحليل البروتينات والجزيئات المرتبطة بها ذات الأدوار الجوهرية بالنسبة للكائنات الحية، بعد أن تأكد للعلماء أنه لا يكفي معرفة الجين المسؤول عن حفز الخلايا الحية لإنتاج أنواع بعينها من

(1) د. طارق يحيى قابيل-البروتيوم عالم ما بعد الجينوم- Islamonline.net - ٢٠٠٢/١/١٥ .

البروتينات، بل ينبغي معرفة حالة الخلايا أثناء الصحة أو المرض .

ويأمل العلماء أن يكون عام ٢٠٠٢ هو بداية الإنجازات التاريخية في مشروع البروتيوم البشري، الذي يجيب على هذه التساؤلات الحائرة، فالبروتيوم يحتوي على أسرار وتعقيدات تزيد على الجينوم، وقد يحتاج الفهم الكامل لما تنتجه كل خلية من خلايا أجسامنا من بروتينات أثناء المراحل المختلفة لحياتها، والتي قد تزيد عن مليون نوع من البروتينات المختلفة إلى عشرات السنين، ولهذا فإن مهمة العلماء في هذا المشروع تتسم بالصعوبة الشديدة. .إنها مهمة عملاقة تزيد في صعوبتها عن مشروع الجينوم البشري، برغم التقدم العلمي والتقني الذي يتقدم للأمام بخطوات سريعة .

أولًا: ما هو البروتيوم؟

ظهر مصطلح البروتيوم عام ١٩٩٤، وأدخله في دنيا العلم الباحث الأسترالي الشاب (مارك ويلكينز) وجاءت هذه التسمية لتشير إلى الحصيلة الكلية للبروتينات Total proteins المتواجدة في كل نوع من أنواع الخلايا الحية كل على حدة، فكل خلايا الكائن الحي تحتوي الجينوم نفسه، لكن كلها أو كلها تقريبًا تحتوي بروتيومات متباينة .

وإذا كان الجينوم يعني جميع الجينات الكامنة في خلايا الجسم، فإن البروتيوم هو مجموع البروتينات التي تفرزها خلايا الجسم خلال المراحل المختلفة من حياتها . وإذا كان الجينوم من التعقيد بحيث ينطوي على ملايين العمليات الكيميائية، فإن البروتيوم يحتوي على معلومات تزيد ألف مرة مما يحمله الجينوم .

وللتعرف على معنى البروتيوم علينا أن نتجول قليلًا مع بعض المصطلحات العلمية، فمصطلح بروتين الشهير جاء من اسم أحد آلهة اليونان Protee، وكان قادرًا على اتخاذ آلاف الأشكال وأكثر الأشكال غرابة حتى يستطيع الهروب من مطارديه . وتتكون البروتينات من تسلسل مئات الجزيئات الصغرى (الأحماض الأمينية Aminoacids) التي يوجد منها عشرون نوعًا مختلفًا .

وعملية بناء البروتين داخل الخلايا الحية تعتمد على المعلومات المحفوظة في الجينات الكامنة في الحمض النووي DNA (Deoxyribonucleic acid) الموجود في كل خلية حية. وعادة ما يتم نسخ هذه المعلومات في الحمض النووي RNA (Ribonucleic acid)، وهو عبارة عن جزئ شبيه بالحمض النووي DNA لكنه يتواجد بكثرة خارج النواة. ويعمل هذا الحمض بمثابة قالب Template لتجميع البروتينات بواسطة مختبر بيوكيميائي صغير يعرف بالريبوزوم. ويقول العلماء بأن الجينات ترمز للبروتينات، ولتبسيط الصورة اعتبر العالم البريطاني (جون سميث) أن الحمض النووي DNA شريط ممغنط Magnetic tape كشريط التسجيل، والريبوزوم جهاز التسجيل، والبروتينات هي موسيقى الحياة Life music .

في بداية الستينيات اكتشف رواد البيولوجيا الجزيئية Molecular biology أن جينًا واحدًا يقابل بروتينًا واحدًا. وفي السبعينيات أعاد عالم البيولوجيا ومؤرخ العلوم (ميشال مورانج) تحديد مفهوم الجينات، وأثبت أن جينًا واحدًا يمكن أن يشكل عدة بروتينات بفعل انحراف آلية تدعى الانثناء التتابعي Sequential bending، وتبعًا لهذه الآلية تنتج الخلايا بروتينات مختلفة انطلاقًا من متوالية الحمض النووي DNA نفسها، وهذه التغيرات البسيطة تكفي في غالب الأحيان إلى تغيير وظيفة البروتين كليًا. ويقدر العلماء عدد أنواع البروتينات المنطلقة في الجسم ما بين ٥٠٠ ألف إلى مليون بروتين، لكن كل خلية من جسمنا لا تحتوي غير ١٠٪ من هذا المجموع، لأنه في لحظة معينة واستنادًا إلى تخصصها لا تعبر الخلية إلا عن جزء معين من جيناتها. ونتيجة لذلك يحتوي كل نوع من أنواع الخلايا على مجموعة متميزة من البروتينات، وهذا هو البروتيوم الخاص بها، ومعرفة كل نوع من أنواع البروتينات تعتبر ضرورية للتشخيص الدقيق للمرض.

وتكتسب البروتينات هذه الأهمية الكبيرة، لأنها :

١- الناتج النهائي Final product لعمل الجينات .

٢- تحكم تصرفات وأفعال الكائنات الحية من المهد إلى اللحد From cradle

. to grave

٣- تقدم للجسم كل ما يحتاجه منها وهي محفوظة كشفرات كيميائية في الحمض النووي DNA .

٤- الجزيئات التي تؤدي الأدوار الضرورية لعمل الخلية الحية .

ومن هذه البروتينات :

أ- الإنزيمات (الخمائر) التي تسرع التفاعلات الكيماوية Chemical reactions .

ب- المستقبلات Receptors التي تخبر الخلايا عن حالة الوسط الخارجي .

جـ- الأجسام المضادة Antibodies التي تتعرف على الجسيمات الغريبة في الكائن الحي .

وعندما يحدث المرض تكون البروتينات هي المسؤولة، لأنها تكون عاجزة عن حماية الخلية، وأن ميكروبًا قد أدى إلى اضطرابها. ولهذا فالبروتينات هي الهدف الرئيسي للأدوية، وإذا أراد الطبيب إعطاء المريض جرعات دوائية ناجعة تصيب هدفًا محددًا بوضوح، فلن يكون الهدف سوى أحد البروتينات أو عملية بيولوجية وثيقة الصلة بهذا البروتين .

وعلى سبيل المثال عندما يهاجم الفيروس الخلية فإنه يعوق تخليق غالبية البروتينات. أما البروتينات التي تخلقت بعد الهجوم فيستعملها الفيروس في عملية التكاثر أو تستعملها الخلية حتى تكافحه. وهذه البروتينات هي أهداف محتملة للأدوية المضادة للفيروسات، ولهذا يعمل العلماء على ابتكار طرق عملية للمقارنة بين حالتي البروتيوم قبل العدوى وبعدها، والحصول على معلومات دقيقة عن هذه البروتينات يؤدي إلى الحصول على دواء جديد قادر على القضاء على هذه الفيروسات .

ثانيًا: المصانع البروتيومية

وبناء على ما سبق ينبغي التصدي للبروتينات بعد فك رموز الجينوم، لكن طبيعة البروتينات نفسها تجعل هذه المهمة صعبة للغاية لتنوعها غير العادي. ولتحليل بروتيوم خلية بالطريقة الاعتيادية يجب أولًا أن تفصل المكونات باستعمال تقنية معروفة باسم التفريد الكهربائي Electrophoresis، أي انفصال جزيئات محلول بتأثير حقل مكهرب، وللتعرف عليها ينبغي اللجوء إلى مقياس طيفي للكتلة Mass spectrometer .

وكانت هذه الطريقة التقليدية المستعملة في المختبرات، لتحليل البروتينات طويلة وشاقة إلى أن توصل (دنيس هوشتراسر) من المعهد السويسري للمعلوماتية البيولوجية Biological informatics في ربيع ١٩٩٩ إلى ابتكار جهاز أسماه الماسح الجزيئي Molecular scanner يستطيع أتمتة جميع المراحل. ويدمج هذا الروبوت بنحو مائة مقياس طيفي للكتلة من أحدث الأنواع أمكن التعرف على عشرات الآلاف من البروتينات في اليوم، أي أكثر بعشرة أضعاف مما كان متاحًا من قبل. وقد جمع (كريج فينتر) ٩٤٠ مليون دولار من أجل بناء مصنع بروتيومي قادر على تحليل مليون بروتين في اليوم لبناء أكبر قاعدة بيانات بروتيومية بشرية ومقارنتها مع بروتيوم أي كائن آخر .

ثالثًا: المبادرة البروتيومية:

العالم كريج فنتر هو رئيس شركة Celera genomics وهو صاحب أكبر عدد من براءات الاختراع في عالم البيولوجيا الجزيئية البشرية، وقد تصدر فينتر نشرات الإعلام المرئي والمسموع والصفحات الأولى في المجلات والجرائد في العالم بإعلانه الانتهاء من رسم متواليات الجينوم البشري قبل المختبرات الحكومية العالمية العاملة في هذا المشروع .

وتعد مبادرة فينتر بالانخراط في مغامرة جديدة لوصف عشرات الملايين من البروتينات التي ينتجها الجينوم البشري مغامرة كبرى بكل المقاييس، فقد تحقق له

التفوق في سباق الجينوم عن طريق دعم شركات البيوتكنولوجي، والاستثمار في صناعة الآلات الطبية والأتمتة، والتقدم في أجهزة الكمبيوتر وفي علوم المعلوماتية لجمع وتحليل المعطيات والبيانات، ولكن المغامرة الجديدة قد تكون محفوفة بالمخاطر .

وربما يغدو العالم كريج فنتر أشبه ببيل جيتس البيولوجيا إذ توج نجاحه في هذا المجال ليصبح قطب عالم الجزيئات البشرية . لكن المشروعات الكبرى في هذا المجال المثير لا بد أن تجد لها منافسًا قويًا، فهناك عشرات الشركات الأخرى التي تنافس شركة Celera في السوق العملاقة للأبحاث البروتيومية، مثل: شركتي Hybrigenics and Bioxtal الفرنسيتين، تختص الأولى بوصف التفاعلات بين البروتينات في بروتيوم واحد. أما الثانية فتختص بتحليل البنية ثلاثية الأبعاد للبروتينات عن طريق التصوير الكريستالي بأشعة X. كما أطلقت خمسة من أكبر المختبرات الجامعية في نيويورك (المبادرة البروتيومية) وهي عبارة عن برنامج من خمس سنوات قيمته ١٥٠ مليون دولار مخصصة لدراسة بنية البروتينات .

ويتنبأ المحللون باندماج الكثير من المؤسسات العلمية مع بعضها، وأن الاستثمار في مجال البيوتكنولوجي سيؤتي أكله هذا العام. حيث يوجد الآن عشرات العقاقير التي مرت بمراحلها النهائية في الاختبار، والعديد منها سيتم التصديق عليه من قبل إدارة الأغذية والعقاقير في المستقبل القريب .

وبالرغم من تكرار النداءات الطبية Medical appeals للحد من استخدام الأدوية الكيميائية والعودة للطبيعة، فنحن نتحرك نحو عالم سيكون فيه هجوم على استخدام الأدوية في الأمراض البدنية والسيكولوجية مثل الكآبة Depression، فقدان الذاكرة Memory loss، الإدمان Addiction والقلق Anxiety وغيرها . وهناك أسلوب جديد تمامًا لصناعة الأدوية قد يمكن البشر أخيرًا من التغلب على مشاكل الصحة وطول العمر، ويستخدم مصممو الأدوية الجديدة علوم البيوتكنولوجيا الطبية لمساعدتهم في هذا العمل .

وسيؤدي التطور في علوم وتقنيات البروتيوم البشري إلى تغيير شكل الدواء خلال

العقد الحالي والعقود التالية، وستتحول معظم الأدوية إلى أدوية مصنعة بالهندسة الوراثية أو التقنية الحيوية، وسيتم التركيز بشكل أساسي خلال هذا القرن على الطب الوقائي Preventive medicine، أي منع المرض قبل وقوعه، وهو ما يؤدي لتغيير مفهوم التداوي والعلاج .

ولهذا فصناعة الدواء سوف تشهد تغيرًا كبيرًا خلال الأعوام القليلة القادمة، وسوف تتضاعف أسعار الدواء بعد تطبيق اتفاقية الجات، نتيجة لحقوق الملكية الفكرية Intellectual Property Rights (IPR) واحتكار الشركات المكتشفة للدواء لإنتاجه. والتي تستثمر مليارات الدولارات لتطوير هذه التقنية الجديدة، وستقوم بتقديم هذه الأدوية للدول المستهلكة بالسعر الذي تريده، فأين نحن مما ستشهده صناعة الدواء خلال الأعوام القليلة المقبلة؟ وهل سنكتفي بمتابعة أخبار الإنجازات العلمية في هذا المجال؟ أم نشارك في صنع هذا المستقبل المشرق Bright future؟

[1] في الأسبوع الأول من أكتوبر عام ٢٠٠٣، اجتمع ٣٥٠٠ عالم من دول شتى في مونتريال بكندا لتوزيع المهام فيما بينها، أي لمعرفة نوع البروتينات التي ستقوم كل دولة بدراستها (البروتينات الموجودة في الدم أو في الكبد أو في الدماغ . . . إلخ). وهذه البروتينات تعمل على كل الوظائف في البدن سواء في الاستقلاب، الإثارة العصبية، الهضم أو هرمونات الجنس. وإذا عرفنا أن ١٠٪ من الخلية مشحون بالبروتينات، منها المستقر ومنها المتغير، يمكن تقريب التصور عن جسامة المشروع .

والمشكلة التي اضطلع بها الألمان كانت في كشف اللثام عن البروتينات المسؤولة عن توجيه كل الفعاليات في جهاز الفكر والمشاعر والتصرف أي الدماغ، والتحدي أن الدماغ مادة ندر أن تبرع بها الناس، كما أنها سريعة التبدل مع الموت . وفي ميونيخ يوجد حاليًا بنك خاص لجمع الأدمغة التي يتبرع بها أصحابها قبل الوفاة، فينتظرون موت

(1) البروتيوم البشري. . . . .مشروع يبحث عن سر داخل ثلاثة مليارات لغز- الشرق الأوسط (جريدة العرب الدولية) - ٢٠٠٤/٤/١٦ .

صاحبها ثم يأخذونه إلى المشرحةا، ويقومون بتقطيع الدماغ Cerebrum إلى عشرات الشرائح الرقيقة وحفظها بسرعة بتبريدها دون أن تتأثر الخلايا العصبية بالتجمد، وذلك للاستفادة بها في البحث العلمي، بحيث يمكن تزويد أي مختبر في العالم بالمادة الدماغية المحفوظة. وإذا كان الجينوم البشري قد أماط اللثام عن كامل التركيب الوراثي، فالمهمة الأصعب هي في تفسير النصوص، وكما أعطى المشروع السابق اسم الجينوم فالمشروع الحالي أخذ اسم الهوبو Hupo.

وحسب رأي جيمس واطسون، الذي كشف النقاب عن تركيب المادة الوراثية للمرة الأولى عام ١٩٥٣، فإن أمامنا ٣٠٠ سنة لفك أسرار هذه اللغة، وإذا اعتبرنا أن كل جين مسؤول عن وظيفة محددة إذًا لكان الموضوع سهلًا، ولكنه يعمل على أساس تضافر الجينات وتبادل تأثيرها لإنتاج الوظائف فقد عثر على ما لا يقل عن ٢٠٠ جين تشارك في تنظيم ضغط الدم Blood pressure عند الإنسان.

وتقول الباحثة (ميليتا شاخنر Melitta Schachner) من مركز البيولوجيا العصبية الجزيئية في هامبورج أن بروتينًا واحدًا مثل البروتين (L1) هو عالم قائم بذاته، وهو واحد من عشرة آلاف بروتين موجودة في الخلية العصبية. ونقصه أو فقدانه يقود إلى ما لا يقل عن أربعة أمراض عصبية تترافق بالتأخر العقلي، استسقاء الدماغ، غياب منطقة الجسر بين فصي الدماغ، الشلل الارتعاشي Parkinson's disease واضطراب المشي.. ومن أغرب الملاحظات التي شوهدت هي أن الأم الحامل إذا عاقرت الخمر تعطل عمل البروتين (L1) وأصابت جنينها بهذا الخلل.

وتنقل مجلة (در شبيجل) الألمانية عن شاخنر قولها: إن هذه البروتينات الموجهة تسبح بين الخلايا أو تعلق على الجدار وما عرفناه منها هو في حدود المائة. وهذه المواد تسبح في طرق لا نهاية لها في الجملة العصبية المكونة من مائة مليار خلية عصبية تتصل فيما بينها بأمكنة تزيد عن مائة بليون مكان اتصال (عشرة مرفوعة إلى أس ١٤)، بحيث تقفز احتمالات الاتصال إلى ما فوق الجوجول (عشرة مرفوعة إلى أس ١٠٠) وهي أكثر من كل جزيئات الكون (عشرة مرفوعة إلى أس ٨٣). والمشكلة في هذه البروتينات أنها

تتبدل في ديناميكية حركية لا تعرف الهدوء .

ويبدو أن المشاعر والأفكار لها قاعدة مادية. وقد استطاع عالم من كندا معرفة كيمياء الخوف، فاستخلص مادة تقي من الخوف، فإذا حقن المرء منه انتفى، ولكنه ضار لأن ذهاب الخوف يقضي على الحياة . والخوف والغضب والحزن قد جعلت من أجل المحافظة على الحياة. فلو لم نعد نخاف من عضاض الأفاعي وتعذيب المخابرات والسقوط من شاهق، أصبنا بالعطب وتهشمت أعضاؤنا .

ومما ذكرت (شاخنر)، أن هناك آلية سحرية في الدماغ تشبه نبع الشباب فالخلايا العصبية عندها قدرة بناء شبكات وطرق منذ الطفولة وحتى الشيخوخة وإخراج استطالات من جوانبها للاتصال بالخلايا الأخرى (المحاور الإسطوانية)، وهنا يحصل المزيد من الخبرات، والخلية التي تريد مد يد التعارف لخلايا أخرى يجب أن تقلب نفسها إلى مرحلة الطفولة، وبهذه الآلية يجدد الدماغ نفسه بدون توقف .

وتضيف (شاخنر) إنه من السذاجة الاعتقاد بأن البروتينات لها وظائف محددة بل نحن أمام شبكة في غاية التعقيد، وقد يكون تقديم كافة المعلومات إلى كمبيوتر متقدم حلًّا للمشكلة من خلال برامج التقليد. ولمعرفة بروتينات الخلية يجب أن تعزل البروتينات أولًا من السكاكر والشحوم ثم تغير بسائل لزج تحت حقول كهربية وجاذبية فيقع في يدنا ما لا يقل عن عشرين ألف نوع من أنواع الجزيئات. وهذه الجزيئات لا تزيد عن ربع المكونات السابحة، وأصعبها السابحة خارج جدار الخلية، مع أنها تلعب الدور الرئيسي في تبادل التأثيرات بين الخلايا. وأعظم المشاكل تحديًا للفهم هي أن هذه البروتينات تتبادل التأثير فيما بينها، فتشبه اللغة حين تتشابك الحروف تتولد المعاني، بحيث يصبح مشروع الجينوم البشري لعبة أطفال أمام مشروع البروتيوم البشري .

الباب السابع

الفصل الأول: البصمات

[1] عرف الإنسان الجريمة منذ فجر التاريخ منذ هابيل وقابيل حيث وقعت أول جريمة قتل في التاريخ الإنساني. وكلما تعددت وسائل وأساليب الجرائم من قتل، سرقة، نصب، سطو مسلح أو إرهاب، كلما تطورت وسائل الكشف عنها. لهذا تعتبر علوم الأدلة الجنائية محصلة هذه الجرائم تتطور معها في طرق الكشف عنها الوقاية منها والبحث وراء الحقيقة وتعقب المجرمين.

[2] في الماضي لم تكن الأدلة الجنائية تستطيع الحصول على دليل لا يرى بالعين المجردة Naked eye حتى اخترعت الأجهزة التي أصبحت تتعرف عليه وتراه. فالعدسات المكبرة كانت أول أداة استخدمت وما زالت تستخدم في مسرح الجريمة كفحص أولي سريع. ثم استخدمت عدسات الميكروسكوب الضوئي المركب لتكبير صور الأشياء، أكبر بعشر مرات من العدسة المكبرة العادية. وفي عام ١٩٢٤ استخدم الميكروسكوب الإلكتروني الماسح وأعطى صورًا ثلاثية الأبعاد مكبرة لأكثر من ١٥٠ ألف مرة. وهذه الطريقة تستخدم في التعرف على الآثار الدقيقة كالدهانات أو الألياف.

تقسيم البصمات:

[3] أولًا: البصمة الوراثية DNA fingerprint

لم تعرف البصمة الوراثية حتى عام ١٩٨٤ حينما نشر (د. آليك جيفريز) عالم الوراثة بجامعة ليستر بلندن بحثًا أوضح فيه أن المادة الوراثية قد تتكرر عدة مرات، وتعيد نفسها في تتابعات عشوائية Random sequences غير مفهومة، وواصل أبحاثه حتى توصل بعد عام واحد إلى أن هذه التتابعات مميزة لكل فرد، ولا يمكن أن تتشابه بين اثنين

---

(1) (3) أدلة جنائية – ويكيبديا– الموسوعة الحرة.

(2) نهى سلامة – البصمة الوراثية تكشف المستور- Islamonline.net – ٢٠٠١/١/١٨.

إلا في حالات التوائم المتماثلة Identical twins فقط .

وسجل الدكتور آليك براءة اكتشافه عام ١٩٨٥، وأطلق على هذه التتابعات اسم البصمة الوراثية للإنسان، وعرفت على أنها وسيلة من وسائل التعرف على الشخص عن طريق مقارنة مقاطع من الـDNA، وتسمى في بعض الأحيان الطبعة الوراثية DNA typing .

كيف تحصل على بصمة وراثية؟

كان د. آليك أول من وضع تقنية جديدة للحصول على البصمة الوراثية وهي تتلخص في عدة نقاط :

١- تستخرج عينة من الـDNA من أنسجة الجسم أو سوائله مثل الشعر أو الدم أو اللعاب.

٢- تقطع العينة بواسطة إنزيم معين ويسمى هذا الإنزيم بالآلة الجينية أو المقص الجيني.

٣- ترتب هذه المقاطع باستخدام طريقة تسمى بالتفريد الكهربي Electrophoresis، وتتكون بذلك حارات طولية من الجزء المنفصل عن الشريط يتوقف طولها على عدد المكررات .

٤- تعرض المقاطع إلى فيلم الأشعة السينية X- ray- film، وتطبع عليه فتظهر على شكل خطوط داكنة اللون ومتوازية .

ورغم أن جزئ الـDNA صغير إلى درجة فائقة فإن البصمة الوراثية تعتبر كبيرة نسبيًا وواضحة .

ولم تتوقف أبحاث د. آليك على هذه التقنية، بل قام بدراسة على إحدى العائلات يختبر فيها توريث هذه البصمة، وتبين له أن الأبناء يحملون خطوطًا يجيء نصفها من الأم، والنصف الآخر من الأب، وهي مع بساطتها تختلف من شخص لآخر .

(1) ويكفي لاختبار البصمة الوراثية نقطة دم صغيرة، بل إن شعرة واحدة إذا سقطت من جسم الشخص المراد، أو لعاب سال من فمه، أو أي شيء من لوازمه، فإن هذا كفيل بأن نجري عليه اختبار البصمة كما تقول أبحاث د. آليك. وإذا كانت العينة أصغر من المطلوب، فإنها تدخل اختبار آخر، وهو تفاعل إنزيم البوليميريز التسلسلي، والذي نستطيع من خلال تطبيقه مضاعفة كمية الـDNA (DNA multiplication) في أي عينة، ومما وصلت إليه هذه الأبحاث أن البصمة الوراثية لا تتغير من مكان لآخر في جسم الإنسان، فهي ثابتة بغض النظر عن نوع النسيج، فالبصمة الوراثية التي في العين تجد مثيلاتها في الكبد والقلب والشعر .

في البداية استخدم اختبار البصمة الوراثية في مجال الطب لدراسة الأمراض الجينية وعمليات زرع الأنسجة وغيرها، ولكن سرعان ما دخل في عالم الطب الشرعي Forensic medicine وقفز به قفزة هائلة، حيث تعرف على الجثث المشوهة Deformed corpses، وتتبع الأطفال المفقودين، وأخرجت المحاكم البريطانية ملفات قيدت ضد مجهول، وفتحت التحقيقات فيها من جديد، وبرأت البصمة الوراثية مئات الأشخاص من جرائم القتل والاغتصاب Violation، وأدانت آخرين، وكانت لها الكلمة الفاصلة في قضايا الأنساب. وواحدة من أشهر الجرائم التي ارتبط اسمها بالبصمة الوراثية هي قضية (د. سام شبرد) الذي أدين بقتل زوجته ضربًا حتى الموت في ١٩٥٥ أمام محكمة أوهايو بالولايات المتحدة. قضى د. سام في السجن عشر سنوات، ثم أعيدت محاكمته عام ١٩٦٥، وحصل على البراءة التي لم يقنع بها الكثيرون حتى كان أغسطس ١٩٩٣، حينما طلب الابن الأوحد لـ د. سام شبرد فتح القضية وتطبيق اختبار البصمة الوراثية .

أمرت المحكمة في مارس ١٩٩٨ بأخذ عينة من جثة شبرد وأثبت الطب الشرعي أن الدماء التي وجدت على سرير المجني عليها ليست دماؤه بل دماء صديق العائلة، وأسدل

(1) نهى سلامة - البصمة الوراثية تكشف المستور- Islamonline.net - ٢٠٠١/١/١٨ .

الستار على واحدة من أطول محاكمات التاريخ في يناير ٢٠٠٠ بعد أن حددت البصمة الوراثية كلمتها .

[1] امتد العبث العلمي وهوس الجينات ليصل إلى أنساب الموتى، فقد تسببت مصادفة عابرة في إثارة شائعة كبيرة قد يؤدي التنقيب وراءها إلى جر الأسرة المالكة في بريطانيا إلى التنازل عن العرش الذي توارثوه منذ ما يزيد عن قرن من الزمان، وذلك بعد أن أشار علماء متخصصون في الهندسة الوراثية إلى أن الملكة فيكتوريا التي ماتت عام ١٩٠١ وتعد الملكة الأم لأوروبا كلها، والتي ينحدر من سلالتها عدد كبير من الأسر الملكية في أوروبا قد تكون ابنة غير شرعية لأبيها، بما يعني تخلي ورثتها عن العرش لصالح الوريث الشرعي الوحيد له وهو: الأمير الألماني (أرنست) .

كشفت مجلة الطبيعة (Nature) المتخصصة الشهيرة في عدد الاثنين ١٥/٥/٢٠٠٠ عن هذه المصادفة عندما بدأ العلماء خلال العام الماضي بالبحث في خلفيات مرض نزف الدم الوراثي (الهيموفيليا) الذي تعاني منه العائلات الملكية الأوروبية، حيث قام العالمان الشقيقان: وليم بوتس (متخصص في علم الحيوان في جامعة لانكستر البريطانية)، ومالكولوم بوتس (متخصص في علم الأجنة بجامعة كاليفورنيا الأمريكية) بعمل بعض الدراسات لمعرفة من أين جاء الجين المسؤول عن هذا المرض في التركيب الوراثي للملكة فيكتوريا التي تزوج أبناؤها التسعة من سائر ملوك وملكات أوروبا، ولها ٣٥ حفيدًا وحفيدة، ولم يثبت البحث في أنساب الملكة وأنساب زوجها الأمير (ألبرت) ووالدها الدوق (كنت إدوارد) وجود أحد المصابين بهذا المرض، وهو ما دفع العالمين إلى الشك في مسؤولية (أم) الملكة فيكتوريا عن المرض قائلين: إنها ربما كانت قد اتخذت لنفسها عشيقًا أكثر شبابًا من زوجها الكهل، وكان هذا العشيق مصابًا بمرض نزف الدم الوراثي فحملته فيكتوريا الابنة في جيناتها، حسبما أوردته المجلة المذكورة .

ويرى بعض المراقبين في العاصمة البريطانية أنه إن صحت النظرية السابقة ولم يكن

(1) د. وجدي عبدالفتاح سواحل - هوس الجينات يهز عرش بريطانيا- Islamonline.net - ٢٦/٥/٢٠٠٠ .

الجين المسؤول عن هذا المرض قد ظهر عن طريق طفرة فجائية لا حيلة لأحد فيها (فرصتها ١ : ٥٠٠٠٠ أو أكثر)، فيمكن القول: إن (أم) فيكتوريا كلفت أوروبا ثمنًا غاليًا مقابل لحظات عابرة من المتعة غير الشرعية، انتقل عن طريقها الجين الممرض إلى طاقم الجينات الملكي ويتمادى هؤلاء إلى أنه في حالة ثبوت عدم شرعية نسب الملكة فيكتوريا فإن الملكة إليزابيث الحالية قد تفقد عرش بريطانيا، ويؤول التاج Crown في هذه الحالة إلى الأمير الألماني (أرنست) الذي انحدر من سلالة شقيق إدوارد والد فيكتوريا، والذي كان وليًا للعهد إلى أن أنجبت زوجة إدوارد الطفلة فيكتوريا في آخر أيامه .

ويقول علماء الهندسة الوراثية: إن حسم الجدل الدائر بهذا الشأن يستلزم أخذ عينات من رفات Corpse الملكة فيكتوريا ووالدها إدوارد ومقارنة المحتوى الجيني الخاص بهما لمعرفة إن كانت تنحدر من صلبه أو أنها ابنة لعلاقة غير شرعية لوالدتها، وهو الأمر الذي رفضه القصر الملكي في لندن بشكل قاطع .

ويذكر أن الملكة فيكتوريا حكمت بريطانيا ٦٤ عامًا إلى أن توفيت عام ١٩٠١، وقد تسبب مرض نزف الدم الوراثي الذي انتشر بين أبنائها الذين حكموا أوروبا في التمهيد لأحداث كبيرة، وهو ما حدث مع حفيدتها الأميرة ألكساندرا التي تزوجت قيصر روسيا نيقولا الثاني وأنجبت منه طفلًا مصابًا بهذا المرض، وقادها مرض طفلها إلى الوقوع تحت سيطرة الراهب الشهير راسبوتين الذي كان يعالج الطفل حيث أضعف بممارساته السوداء العائلة الملكية Kingship family، ومهد بذلك الطريق إلى الثورة البلشفية .

ثانيًا: بصمة الشفاه Lip print [1]

كما أودع اللّه بالشفاه سر الجمال أودع فيها كذلك بصمة صاحبها، ونقصد هنا بالبصمة تلك العضلات القرمزية التي كثيرًا ما تغنى بها الشعراء وشبهها الأدباء بثمار الكريز، وقد ثبت أن بصمة الشفاه صفة مميزة لدرجة أنه لا يتفق فيها اثنان في العالم، وتؤخذ هذه البصمة بواسطة جهاز به حبر غير مرئي حيث يضغط بالجهاز على شفاه الشخص بعد أن يوضع عليها ورقة من النوع الحساس فتطبع عليها البصمة، وقد بلغت الدقة إلى إمكانية أخذ بصمة الشفاه حتى من على عقب سيجارة .

ثالثًا: بصمة الأذن Ear print

يولد الإنسان وينمو وكل ما فيه يتغير إلا بصمة أذنه، فهي من البصمات التي لا تتغير منذ ولادته وحتى مماته، وتهتم بها بعض الدول .

رابعًا: بصمة العين Eye print

هي بصمة ابتكرتها إحدى الشركات الأمريكية لصناعة الأجهزة الطبية والشركة تؤكد أنه لا يوجد عينان متشابهتان في كل شيء حتى العين اليمنى في الشخص الواحد لا تتطابق مع اليسرى . وقزحية العين Eye iris بها ٢٦٦ خاصية قياسية، ويتم أخذ بصمة العين عن طريق النظر في عدسة الجهاز الذي يقوم بدوره بالتقاط صورة لشبكية العين Retina، وعند الاشتباه في أي شخص يتم الضغط على زر معين بالجهاز فتتم مقارنة صورته بالصورة المختزنة في ذاكرة الجهاز، ولا يزيد وقت هذه العملية على ثانية ونصف .

خامسًا: بصمات الأصابع: Finger prints [2]

قال اللّه عز وجل : ﴿لَآ أُقۡسِمُ بِيَوۡمِ ٱلۡقِيَٰمَةِ ۝١ وَلَآ أُقۡسِمُ بِٱلنَّفۡسِ ٱللَّوَّامَةِ ۝٢ أَيَحۡسَبُ ٱلۡإِنسَٰنُ أَلَّن نَّجۡمَعَ عِظَامَهُۥ ۝٣ بَلَىٰ قَٰدِرِينَ عَلَىٰٓ أَن نُّسَوِّيَ بَنَانَهُۥ﴾ [سورة القيامة الآية من ١ - ٤] لقد ذكر اللّه البنان ليلفتنا

---

(1) علوم وتكنولوجيا Islamonline.net - ٢٠٠٠/٢/١٥ .

(2) أدلة جنائية - ويكيبديا- الموسوعة الحرة .

إلى عظيم قدرته حيث أودع سرًّا عجيبًا في أطراف الأصابع وهو ما نسميه بالبصمة .

اتبع الصينيون واليابانيون بصمة الأصابع منذ ثلاثة آلاف سنة في ختم العقود والوثائق. وفي القرن التاسع عشر استخدم الإنجليز البصمات عندما كانوا في إقليم البنغال بالهند للتفرقة بين المساجين والعمال هناك. لأنهم اكتشفوا أن البصمات لا تتشابه بين شخص وآخر ولا بين التوائم المتطابقة. لهذا أصبح علم البصمات واقعًا في عالم الجريمة Crime world .

والآن يكتشف تطابق بصمات الأصابع بوضعها فوق ماسح إلكتروني حساس للحرارة فيقرأ التوقيع الحراري Thermal signature للإصبع ثم يقوم الماسح بصنع نموذج للبصمة ومضاهاتها بالبصمات المخزونة. وهناك ماسح آخر يصنع صورة للبصمة من خلال التقاط آلاف المجسات بتحسس الكهرباء المنبعثة من الأصابع. وكان الطب الشرعي يواجه مشكلة أخذ البصمات لأصابع الموتى بعد دفنهم لأنها تكون جافة، لهذا تغمس الأصابع في محلول جلسرين أو ماء مقطر أو حامض لاكتيك لتطرى. ولو كانت أجهزة اليد مهشمة أو تالفة. . يكشط جلد الأصابع ويلصق فوق قفاز (جوانتي) طبي ثم تؤخذ البصمة .

حقائق علمية:

١- يتم تكوين بصمات البنان عند الجنين في الشهر الرابع، وتظل ثابتة ومميزة له طوال حياته .

٢- البصمات هي تسجيل للتعرجات التي تنشأ من التحام طبقة الأدمة مع البشرة .

٣- تختلف هذه التعرجات من شخص لآخر، فلا تتوافق ولا تتطابق أبدًا بين شخصين .

٤- أصبحت بصمات الأصابع الوسيلة المثلى لتحديد هوية الأشخاص .

سادسًا: بصمة العرق أو الرائحة Sweat print

لكل إنسان بصمة لرائحته ينفرد بها وحده دون سائر البشر، حيث قال الله تعالى على لسان يعقوب ﷺ: ﴿وَلَمَّا فَصَلَتِ ٱلْعِيرُ قَالَ أَبُوهُمْ إِنِّي لَأَجِدُ رِيحَ يُوسُفَ لَوْلَآ أَن تُفَنِّدُونِ﴾ [يوسف: الآية ٩٤].

والآن أمكن تحليل عرق الأشخاص بواسطة التحليل الطيفي Spectral analysis للتعرف على عناصره. حيث اكتشف أن لكل شخص بصمة عرق خاصة تميزه. وتعتبر رائحة العرق أحد الشواهد في مكان الجريمة لهذا تستخدم الكلاب البوليسية في شمها والتعرف على المجرم من رائحته .

[1] واليوم يستخدم جهاز لقياس الرائحة وتسجيل مميزاتها بأشكال متباينة ومخططات علمية لكل شخص. وأبعد من ذلك فإن تحليل طيف الحمض الأميني في المادة العرقية نفسها يكشف عن نواحي نوعية تتعلق بالشخص الواحد. ويقول البروفيسور (وولترينوهاوس) من جامعة (ايرلانجن) بألمانيا: إن كل خطوة قدم عارية لإنسان بالغ تترك على الأرض كمية من العرق تقدر بحوالي أربعة أجزاء من بليون جزء من الجرام، ورغم ضآلتها وعجز أي وسيلة متاحة لاكتشافها إلا إنها كافية لأنف الكلب المدرب لتتبع مسارها .

[2] سابعًا: بصمة الشعر Hair print

في عام ١٨٩٥ استخدم التحليل الطيفي بواسطة المطيافات Spectroscopes التي تطلق الضوء على المادة المراد تحليلها من خلال التعرف على الخطوط السوداء التي تعتبر خطوط امتصاص لألوان الطيف Spectral colors . وكل مادة لها خطوطها التي يمكن من خلالها التعرف عليها. والشعر كغيره من الألياف الصناعية والطبيعية كالنايلون أو الرايون أو القطن يمكن أن يعطي نتائج مبهمة في الطب الشرعي. لأن كل

(1) البصمة بين الإعجاز والتحدي- موسوعة الإعجاز العلمي في القرآن والسنة - القسم الثالث .

(2) أدلة جنائية - ويكيبديا- الموسوعة الحرة .

الألياف تتكون من سلاسل جزيئات معقدة وطويلة جدًا . ولكن يمكن التعرف على أجزاء منها تحت الميكروسكوب الضوئي العادي أو الإلكتروني أو الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء Infrared rays ، كما يمكن مضاهاة ألوان هذه الألياف بالكمبيوتر .

ويعتبر الشعر من الأدلة القوية ولا سيما وأنه لا يتعرض للتلف مع الوقت، فيمكن من خلاله التعرف على هوية الضحية أو المجرم. وقد أخذ بدليل بصمة الشعر أمام المحاكم عام ١٩٥٠ . والآن توضع أي عينة شعر في قلب مفاعل نووي Nuclear reactor ليطلق النيترونات عليها فتتحول كل العناصر النادرة بالشعر إلى مواد مشعة حتى ولو كانت نسبة المادة جزء من بليون جزء من الجرام. وفي كل شعرة يوجد ١٤ عنصرًا نادرًا ، وواحد من بين بليون شخص يتقاسم تسعة عناصر منها .

ثامنًا: بصمة الصوت Voice print

قال اللّه تعالى : ﴿حَتَّىٰٓ إِذَآ أَتَوۡاْ عَلَىٰ وَادِ ٱلنَّمۡلِ قَالَتۡ نَمۡلَةٞ يَٰٓأَيُّهَا ٱلنَّمۡلُ ٱدۡخُلُواْ مَسَٰكِنَكُمۡ لَا يَحۡطِمَنَّكُمۡ سُلَيۡمَٰنُ وَجُنُودُهُۥ وَهُمۡ لَا يَشۡعُرُونَ﴾ [النمل: الآية ١٨]. حيث تعرفت النملة على بصمة صوت سيدنا سليمان عليه السلام .

وعند التسوق بواسطة الهاتف فإن العاملة أو جهاز التسجيل يتلقى رقم بطاقتك الائتمانية والمعلومات حول التحقق من شخصيتك. وهذه المعلومات يمكن استغلالها في السطو على حسابك في البنك وسحب أموال على بطاقتك دون علمك. ولهذا أضيفت بصمة الصوت عن طريق جهاز الإسبكتروجراف والتي تتحكم فيها نبرات وطبقات صوتك والتي لا يمكن تقليدها ، لأنها تعتمد على الأحبال الصوتية Vocal cords وتجويف الأنف والفم، وهي شائعة في البيوت بأمريكا ، فعندما تقول : افتح ينفتح لك الباب أوتوماتيكيًا لأن الجهاز يتعرف على نبرات صوتك ويسجلها بذبذبة ترددية ١/١٠٠٠ من الثانية .

ولقد اخترعت تليفونات محمولة لا تعمل إلا من خلال نبرات صوت Voice tones صاحبها لكن أحد المليارديرات وضع ملياراته في بنك بسويسرا وكان يعتمد

على بصمة صوته إلا إنه أصيب بالشلل Paralysis في أحباله الصوتية وظلت أمواله حبيسة بالبنك .

[1] تاسعًا: بصمة المخ Brain print

ابتكر (لورانس فارويل) تقنية جديدة تعرف باسم بصمة المخ يمكن أن يتحدد من خلالها مدى علم المشتبه به بالجريمة، مما يمكن المحققين من التعرف على مرتكبي الجرائم. وتعمل تقنية فارويل الجديدة بقياس وتحليل طبيعة النشاط الكهربائي للمخ في أقل من ثانية لدى مواجهة المجرم بشيء على علم به، وعلى سبيل المثال إذا ما عرض على القاتل جسم من موقع الجريمة التي ارتكبها لا يعرفه سواه يسجل المخ في الحال تعرفه عليه بطريقة لا إرادية. وتسجل التقنية ردود أفعال المخ بواسطة أقطاب كهربية متصلة بالرأس ترصد نشاط المخ كموجات. أما الشخص الذي لم يكن في موقع الجريمة Crime site فلن يظهر على مخه أي رد فعل .

عاشرًا: بصمة الأسنان Tooth print

في حالة تحلل الجسم أو احتراقه بالكامل تكون الأسنان هي البصمة الوحيدة لتحديد الهوية .

[2] تحديد الهوية: Identity determination

نحن نعيش عصر الأمن من خلال العلم الذي يسعى علماؤه جاهدين لوضع طرق وأساليب جديدة ومتنوعة لحمايتك أو حماية ممتلكاتك منها :

أ- الكروت المشفرة: Magnetic coded cards

كانت الحماية الأمنية للممتلكات في الماضي تتمثل في القفل والمفتاح المعدني وهي طريقة عملية للتأمين ضد السرقة Stealing إلا لو سرق المفتاح أو قلد. وتوجد

(1) البصمة بين الإعجاز والتحدي موسوعة الإعجاز العلمي في القرآن والسنة - القسم الثالث .

(2) أدلة جنائية - ويكيبديا- الموسوعة الحرة .

الكروت المشفرة التي توضع في القفل الألكتروني لفتح الأبواب أو استعمالها في ماكينات صرف النقود بالبنوك بعد إدخال الرقم السري، ورغم هذا فإن اللصوص والإرهابيين يمكنهم اختراق هذه الحماية الإلكترونية Electronic protection .

ب- القياس الحيوي: Biomeasurement

في المطارات والموانئ تتم المراجعة البشرية للجوازات والتدقيق في الصور بها بواسطة رجال الجوازات. والآن يستخدم علم القياس الحيوي لتفادي الأخطاء البشرية. فتوضع البطاقة الشخصية Identity Card أو الجواز داخل أجهزة إلكترونية للتعرف على الأشخاص الحاملين لها من خلال مقاييس وعلامات دقيقة. فمثلًا ماكينة صرف النقود بالبنوك سوف تتعرف على شخصيتك قبل الضغط على زر السحب. والهواتف حاليًا تعطيك رقم الطالب وشخصيته .

وبعض المصاعد لا تفتح أبوابها إلا بعد التعرف على الأشخاص من صور وجوههم أو نبرات أصواتهم أو عن طريق وضع بطاقة ذكية مبرمجة. فالشركات الكبرى توجه أموالها للاستثمار في تطوير وسائل الحماية والوقاية الأمنية عن طريق المقاييس الحيوية، وفي أمريكا قامت مصلحة الهجرة والأدلة الجنائية بتطوير وسائل التعرف على المتسللين والمجرمين والإرهابيين وحماية أجهزة الكمبيوتر وشبكات الإنترنت. وفي كل سجون أمريكا توجد هذه الأجهزة القادرة على تمييز المساجين من الزائرين للسجون بسهولة وسرعة حتى لو اندسوا بينهم. وفي سجون أيرلندا وإنجلترا توجد هذه الأجهزة للتعرف على العاملين بها .

جـ- الحواسيب والماسح الدقيق والقارئ الدقيق للبصمة: Computers, accurate scanner and reader

والآن تتطور تقنية التعرف على الأشخاص، فلدى الشرطة أجهزة يمكن التعرف بها على هوية الشخص بالشارع وفي ثوان. كما تركب هذه الأجهزة على أبواب العمارات والمصاعد والمباني العامة والخاصة. وتوجد أيضًا في السيارات لتتعرف على شخصية

صاحبها من رائحة عرقه أو صوته أو نظره، ولو حاول أحد اللصوص قيادتها تفككت السيارة واتصلت الأجهزة بالشرطة .

وهذه الأجهزة سوف توضع حول أسوار الحدائق العامة والخاصة. فإذا حاول الأطفال الخروج منها أطلقت تحذيراتها الصوتية لتنبيه المشرفين عليها. كما توجد حواسيب لا تعمل إلا بعد أن تتعرف أزرارها على بصمة صاحبها حيث يوجد بها ماسح دقيق أو قارئ دقيق للبصمة، وهي رخيصة الثمن وسوف تحقق حماية كبيرة لأجهزة الكمبيوتر بالشركات الكبرى والمؤسسات الأمنية. وهناك مسدسات لا تطلق أعيرتها إلا بعد أن يتعرف زرار الإطلاق على بصمة صاحبه .

د- البطاقة الذكية: Smart card

في المتاجر الكبرى لن يخرج أي شخص من أبوابها ببضاعة إلا بعد دفع ثمنها. لأن كل سلعة عليها بطاقة لاصقة ذكية (الباركود) وعندما يدفع ثمنها تلغى التحذيرات الموجودة على البطاقة فيمر الشخص من أمام أجهزة المراقبة على الأبواب دون إطلاق صيحة إنذار للمشرفين. وبهذه الأجهزة يمكن تحديد عدد المرات التي زرت فيها المحل وأي الأقسام اشتريت منها .

ر- هندسة اليد: Hand engineering

تستخدم هندسة اليد في التعرف على الهوية. ويتم هذا بإدخال اليد في جهاز يقيس أصابعك وكف يدك بدقة لأن كف كل شخص له سماته الخاصة وهي أشبه بسمات الأصابع مع التعرف على الأوردة Veins خلف راحة اليد، كما أن طول وسمك الأصابع ونسبتها إلى بعضها البعض كل هذا يعطي بصمة يمكن الاعتماد عليها. وفي دراسة ما وجد أنه يمكن التعرف على الأشخاص من خلال كرمشة وثنيات الجلد بأيديهم.

ز- التوقيع: signature

وتوقيعك على الأوراق والمستندات والشيكات له سماته الشكلية والهندسية المميزة. وبصمة توقيعك لا يتعرف عليها من خلال الشكل الظاهري لها فقط، فهناك أجهزة تتعرف على (فورمة) توقيعك وشكله وطريقة ووقت ونقاط الكتابة وسرعة القلم. حتى الكتابة على الآلة الكاتبة يمكن معرفة أي الأصابع تستعملها وطريقة الضغط على كل مفتاح، لأن طريقة استعمال لوحة المفاتيح تختلف من شخص لآخر، وكل آلة كاتبة لها بصمات حروفها. لهذا تؤخذ بصمة الحروف Litter print بواسطة رافعي البصمات لدى المباحث الجنائية ويدون اسم صاحب الآلة حتى لا يكتب عليها منشورات سرية أو خطابات تهديدية، ويمكن من بصمات الحروف التعرف على كاتبها. والآن يوجد التوقيع الرقمي (الإلكتروني) Electronic signature حيث يوقع الشخص فوق قرص رقمي أو باستعمال قلم خاص، ويمكن التوقيع على الإنترنت على الوثائق أو العقود أو على طلبات القبض أو الحضور للمتهمين .

ك- طريقة المشي: Walking manner

يمكن فحص طريقة المشي لكل شخص من خلال التصوير بالفيديو أو قياس ذبذبات الأرض أثناء المشي للتعرف على هوية الشخص. وهذا علم كان لدى العرب يسمونه القيافة Tracking. والكلاب عندما تضع آذانها على الأرض تتعرف على صاحبها والأغراب من طريقة المشي وصوت ذبذباتهم.

ل- سمات الوجه: Face features

والآن تجرى الأبحاث للتعرف على الأشخاص من خلال سمات الوجه. ففي المطارات توجد أجهزة تصور المارين بصالات المطارات للتعرف على المجرمين المسجلين من خلال أنوفهم وعيونهم وأفواههم، كما تستخدم تضاريس الجمجمة Skull topography كبصمة قوية لا تخطئ. وهذه ملامح لا تتغير مع الوقت أو بالسن. وصورة الوجه تحلل برمجيًا من خلال فحص ٥٠ نقطة حول الأنف والفم

والحاجبين وبعض أجزاء الوجه .

ويرصد الجهاز المصور الشخص من حركة رأسه إلا أن التوائم المتطابقة والأشخاص الذين يطلقون لحاهم أو يزاد وزنهم يشكلون عائقًا للكشف عن شخصياتهم . وفي ماليزيا يصور كل شخص عند تسليمه حقائبه بالمطارات .

م- طريقة الأكل: Eating manner

يقال إن مطاعم الوجبات السريعة Fast meals سيمكنها التعرف على زبائنها من خلال تصوير طريقة قضم سندوتشات الهامبورجر وبقايا الأطعمة في الأطباق .

[1] حكم تسجيل البصمة الوراثية للزوجين بقسيمة الزواج وللمولود في شهادة الميلاد:

إذا كان الفقهاء قد أقروا على استحباب استخدام السجلات لقيد الحقوق والأحكام، وقال بعضهم على وجوب ذلك، فإن الأمر يستوجب باليقين أن تسجل البصمة الوراثية لكل من الزوجين بمجرد العقد وقبل الدخول (الزواج) بقسيمة الزواج الرسمية، حتى إذا ما رزقهما الله بمولود توجها لتسجيل اسمه مع بصمته الوراثية التي يجب أن تتطابق مع بصمة والديه الثابتة على قسيمة الزواج . إن في مثل هذا القرار مسايرة للعصر وأخذًا بالحقائق العلمية، وله نتائج اجتماعية عظيمة، حيث سيضيق الخناق على المنحرفين والمزورين دونما طفرة أو هزة . إن هذا هو أقل حق يمنح لطفل القرن الحادي والعشرين، الذي ولد في ظل الثورة المعلوماتية Informatic revolution .

إننا نخدع أنفسنا في أحيان كثيرة، كالحمل في حال غياب الزوج وسفره للعمل بالخارج، أو في حال مرضه الجنسي، والنساء اللاتي تسرقن المواليد لعقمهن من أجل بقاء رباط الزوجية . ولذلك فإن من حق الطفل أن يدفع عنه العار بانتمائه إلى والدين حقيقين، كما أن من حقه أن ينتفع بتقنية عصره، وكذلك من حق الزوج ألا ينسب إليه إلا

(1) البصمة الوراثية وقضايا النسب الشرعي - Islamonline.net .

من كان من صلبه. ومن الضروري أيضًا استصدار قرار مثيل للأطفال اللقطاء Foundling children ومجهولي النسب للبحث عن والديهم، أو لمعرفة أمهاتهم على الأقل إن كانوا أبناء خطيئة، وذلك لانتسابهم إليها شرعًا، وما يتعلق بذلك من أحكام شرعية كالميراث وبيان المحرمات والأرحام والإنفاق. وبذلك تنعدم أو تقل ظاهرة انتشار دور الأيتام من اللقطاء الذين يشبون حاقدين كارهين للمجتمع، إن تنسيبهم للأم الحقيقية سيخفف بالتأكيد من حدة تلك الكراهية، بدلًا من فكرة الأم البديلة Surrogate mother، وحتى تشارك الأم المخطئة في الإصلاح كما شاركت في الفاحشة. قال الله تعالى: ﴿وَأَقِمِ ٱلصَّلَوٰةَ طَرَفَيِ ٱلنَّهَارِ وَزُلَفًا مِّنَ ٱلَّيْلِۚ إِنَّ ٱلْحَسَنَٰتِ يُذْهِبْنَ ٱلسَّيِّـَٔاتِۚ ذَٰلِكَ ذِكْرَىٰ لِلذَّٰكِرِينَ﴾ [سورة هود، الآية: ١١٤].

[1] إن العلم يتقدم الآن تقدمًا مذهلًا، حتى يمكن أن يقال: إنه تقدم في ربع القرن الحالي بما يعادل تقدم البشرية في تاريخها الطويل كله. وفي مجال الوراثة.. تقدم هذا العلم تقدمًا يثير الإعجاب، وتبنى عليه الآمال الكثيرة في مستقبل الإنسان Human future. إنها الوراثة- عالم قريب من عالم الأسرار والألغاز، عالم الإبحار فيه كالإبحار في محيط بالغ الاتساع، أو وسط غابة كثيفة. الوراثة- كما عرفها (ستيفر جونز) كاللغة كيان من المعلومات ينتقل عبر الأجيال، لها مفرداتها (الجينات) ولها أجروميتها (الطريقة التي تنظم بها المعلومات الوراثية)، ولها أدبياتها (آلاف التعليمات اللازمة، كي نصبح بشرًا).

وتعتبر قضايا إثبات البنوة Sonship proof مشكلة اجتماعية خطيرة تشغل اهتمام كثير من العلماء في جميع أنحاء العالم، فضلًا عن أنها مشكلة قضائية تستغرق سنوات طويلة أمام المحاكم. ويخطئ من يظن أن عملية الحسم في هذه القضايا تتم بسهولة بمجرد عمل تحليل طبي، هناك فحوص وكشوفات طويلة على ثلاثة أطراف، الأم والأب والطفل، للتأكد من قدرة كل من الزوج والزوجة على الإنجاب خلال فترة

(1) الأساليب الوراثية لإثبات النسب- الإسلام وقضايا العصر Islamonline.net - ٢٠٠٠.

إنجاب الطفل، أو إدعاء الحمل فيه، وكذلك شخصية وسن الطفل، بعد ذلك. . يأتي دور التحاليل الطبية، وتشمل فصائل الدم Blood groups الرئيسية والفرعية، واختبارات مصلية تتعلق بمستحضرات (أنتيجينات) خلايا الدم البيضاء وهي ما يطلق عليه (HLAS)، وهذه التحاليل تعطي نسبة تثير الشك أكثر من اليقين في مسائل إثبات البنوة، (النسبة التي تعطيها هذه التحاليل ٤٠٪ فقط) .

على الرغم من مرور وقت قصير على اكتشاف بصمة الجينات. . .إلا أنها استطاعت عمل تحول سريع من البحث الأكاديمي إلى العلم التطبيقي، وخصوصًا في الحالات التي عجزت وسائل الطب الشرعي Forensic medicine التقليدية أن تجد لها حلا مثل قضايا إثبات البنوة، الاغتصاب، جرائم السطو والتعرف على ضحايا الكوارث .

ولكن الخطورة تكمن في أن اعتماد بصمة الجينات أشاع جوًا من التسليم بأن الأدلة المقرونة بالمعلومات العلمية معصومة من الخطأ، وبالتالي أخذت الأحكام الناجمة عنها صفة القطعية التي لا تأبه بتوسلات المتهمين الذين يصرون على الصراخ الاحتجاجي والشكوى من الظلم. وفي بريطانيا. . .تنبه بعض الحقوقيين لإمكانية أن تكون بعض الأحكام القضائية قد صدرت بطريق الخطأ، وأصدر قضاة محكمة الاستئناف مؤخرًا حكمًا بتبرئة شخص قد أدين في عام ١٩٩٠ بجريمة الاغتصاب، وجاء الحكم بعد إعادة دراسة حيثيات القضية الأولى التي تم الحكم فيها اعتمادًا على تقارير الطب الشرعي التي أثبتت تطابق البصمة الجينية وفصيلة الدم عند المتهم مع تلك الموجودة في عينات تم انتزاعها من موقع الجريمة .

ويستند القضاة عادة في مثل تلك الحالات إلى الدراسات العلمية التي تقول: إن احتمال وجود تشابه بين البصمة الجينية لشخص بريء مع البصمة الجينية المنتزعة من موقع الجريمة هو واحد إلى ٣٠٠ مليون .

وبالنتيجة العلمية. . فإن التشابه يعني التجريم، ومن ثم فإن ما ينبغي القيام به من جانب المحلفين هو محاولة تبيان ما إذا كان الشخص بريئًا، مع الأخذ في الاعتبار

التشابه الحاصل في البصمة الجينية، والذي أثبتته تقارير الطب الشرعي .

ولتبدد الغموض يمكن النظر إلى المثال التالي : إن احتمال وجود بقع على جلد شخص ما إذا ما تأكدت إصابته بالحصبة يكون واردًا جدًا، حيث إن الحصبة تؤدي إلى بقع جلدية، ولكن النظر إلى الأمر بصورة عكسية يؤدي إلى التباس Confusion، فمن غير المعقول أن يكون الاستنتاج من وجود بقع جلدية على جسم شخص ما دالا على أن ذلك الشخص مصاب بالحصبة، إلا أن يوافق ذلك الاستدلال قرائن Presumptions أخرى تصب في اتجاه تأكيد الإصابة بالمرض .

وبحسب المنطق العلمي. . . فإن الشيء نفسه ينطبق في حالة البصمة الجينية، فبدون قرائن أخرى لا يمكن التأكد من أن المتهم مذنب، لمجرد وجود التشابه السالف الذكر. وقد استند القضاء في مراجعتهم القضية إلى هذا المنطق، مما أوصلهم إلى تبرئة المتهم وتبني الحكم انتقادًا للمنطق العلمي السابق الذي يضع الاستنتاج في إطار المسلمات التي لا تقبل الجدل .

[1] كان موضوع البصمة الوراثية ومجالات الاستفادة منها من أهم الموضوعات التي ناقشها أعضاء المجمع الفقهي في دورته السادسة عشرة التي انعقدت في مقر رابطة العالم الإسلامي بمكة المكرمة في الفترة من ٢١ - ٢٦ شوال ١٤٢٢ هجرية. وبعد الاطلاع على ما اشتمل عليه تقرير اللجنة التي كلفها المجمع في الدورة الخامسة عشرة بإعداده من خلال إجراء دراسة ميدانية مستفيضة للبصمة الوراثية، والاطلاع على البحوث التي قدمت في هذا الموضوع من الفقهاء والأطباء والخبراء، والاستماع إلى المناقشات التي دارت حوله قرر ما يأتي :

أولًا : لا مانع شرعًا من الاعتماد على البصمة الوراثية في التحقيق الجنائي واعتبارها وسيلة إثبات في الجرائم التي ليس فيها حد شرعي ولا قصاص، لخبر : ادرأوا

(1) أ.جمال الحوشبي - الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنة - مكة المكرمة - من ٢١- ٢٦/١٠/ ١٤٢٢هـ .

الحدود بالشبهات، وذلك يحقق العدالة والأمن للمجتمع، ويؤدي إلى نيل المجرم عقابه وتبرئة المتهم، وهذا مقصد مهم من مقاصد الشريعة .

ثانيًا : إن استعمال البصمة الوراثية في مجال النسب لا بد أن يحاط بمنتهى الحذر والحيطة والسرية، ولذلك لا بد أن تقدم النصوص والقواعد الشرعية على البصمة الوراثية .

ثالثًا : لا يجوز استخدام البصمة الوراثية بقصد التأكد من صحة الأنساب الثابتة شرعًا، ويجب على الجهات المختصة منعه وفرض العقوبات الزاجرة، لأن في ذلك المنع حماية لأعراض الناس وصونًا لأنسابهم .

رابعًا : لا يجوز شرعًا الاعتماد على البصمة الوراثية في نفي النسب .

خامسًا : يجوز الاعتماد على البصمة الوراثية في مجال إثبات النسب في الحالات الآتية :

أ- حالات التنازع على مجهول النسب بمختلف صور التنازع التي ذكرها الفقهاء، سواء أكان التنازع على مجهول النسب بسبب انتفاء الأدلة أو تساويها، أم كان بسبب الاشتراك في وطء الشبهة ونحوه .

ب- حالات الاشتباه في المواليد في المستشفيات ومراكز رعاية الأطفال ونحوها، وكذا الاشتباه في أطفال الأنابيب .

ج- حالات ضياع الأطفال واختلاطهم، بسبب الحوادث أو الكوارث أو الحروب، وتعذر معرفة أهاليهم، أو وجود جثث يصعب التعرف على هويتها، أو بقصد التحقق من هويات أسرى الحروب والمفقودين .

سادسًا : لا يجوز بيع الجينوم البشري لجنس، أو لشعب، أو لفرد، أو لأي غرض، كما لا يجوز هبته لأي جهة، لما يترتب على بيعه أو هبته من مفاسد .

سابعًا : يوصي المجمع بما يأتي :

١- أن تمنع الدولة إجراء الفحص الخاص بالبصمة الوراثية إلا بطلب من القضاء، وأن يكون في مختبرات للجهات المختصة، وأن تمنع القطاع الخاص الهادف للربح من مزاولة هذا الفحص، لما يترتب على ذلك من مخاطر كبرى .

٢- تكوين لجنة خاصة بالبصمة الوراثية في كل دولة، يشترك فيها المتخصصون الشرعيون، الأطباء والإداريون وتكون مهمتها الإشراف على نتائج البصمة الوراثية واعتماد نتائجها .

٣- أن توضع آلية دقيقة لمنع الانتحال والغش، ومنع التلوث وكل ما يتعلق بالجهد البشري في مختبرات البصمة الوراثية، حتى تكون النتائج مطابقة للواقع، وأن يتم التأكد من دقة المختبرات، وأن يكون عدد المورثات (الجينات المستعملة للفحص) بالقدر الذي يراه المختصون ضروريًا دفعًا للشك .

الفصل الثاني: بنك الجينات

[1]"سنة الله في الأرض الدقة والنظام والتوازن، لذلك حبى الله الأرض بالتنوع البيولوجي Biodiversity الذي هو صمام الأمان Safety valve للطبيعة فلم يخلق الله شيئًا عبثًا بل كل شيء عنده بمقدار، ونظرًا لأن البشرية تسعى إلى الرفاهية والرخاء على حساب الإخلال بتوازنات الطبيعة باستنفاذ الثروات دون وعي مما أدى إلى الخلل البيئي الذي يضر في النهاية بالإنسان، وقد أشار إلى ذلك تقرير منظمة الأغذية والزراعة الذي ذكر أن ٢٥٪ من النباتات والحيوانات على سطح الأرض قد هدد بالانقراض Extinction في السنوات القليلة الماضية، وتعرض ٧٥٪ من المصادر النباتية إلى الضياع وتعرضت الغابات إلى الاضمحلال والإزالة، والغابات الاستوائية يتم تدمير حوالي ١٥ مليون هكتار منها سنويًا .

كما تشير التقارير إلى زيادة معدل انقراض فصائل الحيوانات في الآونة الأخيرة وأن ٧٧٠ صنف معرضة للانقراض في العشرين سنة القادمة، إن تعرض التنوع لأي من هذه المخاطر سوف يضر بالبشرية جميعها، ليس بالدول الفقيرة فحسب بل سيطول الدول الغنية أيضًا في القريب العاجل. من هنا تظهر أهمية وجود مصادر وراثية طبيعية متمثلة في النباتات المحلية والبرية والحيوانات والكائنات الدقيقة والتي يستخدمها علماء الوراثة الجزيئية والهندسة الوراثية في حل مشاكل الإنسان من نقص الغذاء، الدواء، الماء . . . إلخ.

يتم حفظ تلك التراكيب الوراثية لحين الحاجة إليها في ما يعرف ببنك المعلومات الوراثية أو البنك الوراثي أو بنك الجينات، حيث يقوم البنك الوراثي باستثمار أرصدته من التراكيب الوراثية في تطوير الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني وتطوير الإنتاج

(1) بنك الجينات - qalqilia.edu.ps/genebank.htm.

الصناعي وتقديم صناعات جديدة تكون أدوات الإنتاج فيها هي الكائنات الحية بما يعرف بالتقنية الحيوية أو التكنولوجيا الحيوية أو البيوتكنولوجي Biotechnology، كما يمكن استثمار الودائع الوراثية بتلك البنوك في إثراء التنوع البيولوجي وفي التحسين البيئي لغلق الدوائر الإيكولوجية Ecological circles التي فتحها الإنسان بسوء استخدامه للتكنولوجيا الحديثة .

فعلى سبيل المثال: هناك مجموعة من النباتات المقاومة للملوحة والجفاف Salinity and drought والحرارة العالية وتنمو تحت الظروف الصعبة، فلو أمكن حفظ تلك النباتات واستغلال تراكيبها الوراثية الفريدة في برامج التحسين الوراثي من خلال تقنية الهندسة الوراثية لأمكن التغلب على مشكلة نقص المياه التي تمثل أكبر التحديات التي سوف يواجهها الإنسان في القرن المقبل والتي قد تحدث الحروب بسببها .

[1] ونظرًا للدور الهام الذي تلعبه الهندسة الوراثية من خلال التعامل مع الجينات فقد اهتمت دول العالم بما يعرف بالأصول الوراثية، وعلى هذا فإننا نجد لزامًا علينا أن نعرض لماهية الأصول الوراثية .

ماهية الأصول الوراثية:

إن الأصول الوراثية للنباتات والحيوانات هي أساس التنمية الزراعية والحيوانية، وتعتبر بمثابة تراث الوطن الزراعي والذي لا يقل بأي حال من الأحوال عن تراثه الفني أو الثقافي أو الحضاري لذلك يجب الاهتمام به وحمايته عن طريق مثل هذه البنوك. ولقد أنشئت في أمريكا عشرات البنوك في الخمسينيات وفي أوروبا في السبعينيات، ولكن زاد الأمر أهمية عام ١٩٩٣ عندما توصل باحثان من ولاية كاليفورنيا الأمريكية إلى إمكانية نقل الجينات Gene transfer المسؤولة عن الصفات الوراثية من خلية كائن حي إلى خلية كائن حي آخر بصرف النظر عن اختلافهما في النوع، حيث إن المادة

(1) د. رشا علي الدين – الأبعاد الاقتصادية لتقنيات الهندسة الوراثية في الدول النامية – شبكة المعلومات العربية والقانونية – ٢٠٠٦/٣/١١ .

الوراثية متشابهة في كل الكائنات الحية. واستطاعت العديد من الشركات الغربية الاستفادة من هذه التقنية لاستنباط أصناف جديدة من النباتات تحمل صفات مرغوبة لزيادة إنتاجيتها أو لإنتاج مواد معينة خاصة في مجال الدوائيات .

وهنا احتاجت الشركات المستغلة لتقنية الهندسة الوراثية في الغرب أن تلجأ إلى الثروة التي لا ينضب معينها من الصفات الوراثية من مجموع ما يوجد في العالم من نباتات برية بعد أن كان الأمر قاصرًا على الأقارب البرية Wild relatives لنباتات المحاصيل فقط. والآن اتسع مجال الصفات الوراثية المطلوبة للصناعة كي تشمل كل الكائنات الحية في أي مكان في العالم، لتنتج هذه الصناعة الوليدة ما يحلو لها من نباتات ذات صفات خاصة وأن تتمكن من تسويقها تجاريًا وجني الأرباح الطائلة من ورائها، ولكن مشكلة هذه الشركات هي أنها وإن كانت تملك ناصية التقنية إلا أن معظم ما بالعالم من نباتات برية (أي مصدر الجينات المفيدة) يوجد في البلاد الحارة أو البلاد النامية في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية، وهي بلاد لم تسهم كثيرًا في تطوير تقنيات الهندسة الوراثية .

كان توقيع اتفاقية التجارة العالمية المعروفة والاتفاقيات الملحقة بها، ومنها اتفاقية الجوانب التجارية الخاصة بحقوق الملكية الفكرية Intellectual Property Rights (IPR) والمعروفة اختصارًا باسم (التربس) البداية الحقيقية لحماية حقوق الملكية الفكرية، وأصبحت هذه الاتفاقية ملزمة لكل الدول الأعضاء الموقعة عليها، ومطالبة تلك الدول بتوفيق تشريعاتها مع بنود الاتفاقية. وإذا كانت بعض التحليلات ترى أن هناك أغراضًا خبيثة وراء إصرار الدول المتقدمة وفي مقدمتها الولايات المتحدة الأمريكية على تطبيق الاتفاقية، ومنها الهيمنة على المعرفة Hegemony on knowledge والتكنولوجيا لكي تضمن تبعية الدول النامية لها وعدم انتقال المستحدثات التكنولوجية إليها، إلا أن هناك تحليلات أخرى ترى أن الدول النامية تستطيع أن تتحلل من بعض الالتزامات وفقًا لمصالحها الوطنية، وأن هناك بنودًا لهذه التيسيرات في اتفاقية التربس، وكذلك من خلال القوانين المحلية التي يمكن أن تتضمن

إجراءات لمنع الاحتكار Monopoly وسوء استغلال حقوق الملكية الفكرية .

[1] لقد بدأ العالم المتقدم خلال السنوات القليلة الماضية في جمع الثروات الطبيعية من أرجاء العالم، وبالأخص من الدول الفقيرة أو النامية، حيث جمع المئات من أنواع الفاكهة والخضروات ومحاصيل الحبوب وجميعها ذات قيمة غذائية عالية، فضلًا على مئات الأنواع من النباتات الطبية والعطرية Medical and aromatic plants ونباتات الغابات، وكذلك الحيوانات المتميزة من دول الجنوب الحارة والنباتات البرية الصالحة للغذاء ولم تستغل بعد. والأمثلة عديدة نسوق منها ما يلي :

١- شجرة اليوكانيا البرازيلية المنتجة للسماد الطبيعي .

٢- نباتات الجوجوبا المكسيكية المنتج للزيت الرخيص الذي يستعمل في تشحيم الطائرات.

٣- نباتات التاروي التي تنتج حبوبًا غنية بالبروتين .

٤- نباتات الأوكا البرازيلية التي تنتج درنات Tubers من فصيلة البطاطس .

٥- نباتات الأمارانتا والتاباري وهي أنواع من الحبوب تنمو في المناطق الاستوائية المطيرة والصحارى الجافة وهي ذات قيمة غذائية عالية وتحتاج إلى نصف كمية المياه التي تحتاجها النباتات الأخرى .

٦- نوع من الذرة غني جدًّا بالبروتين وتجود زراعته في المناطق الشحيحة الماء وذات محصول وفير .

٧- نبات الشيا وهو نبات ينتج بذورًا غنية بالألياف وله فائدة لمرضى السكر وللحد من الكوليسترول .

٨- الإسفنج البحري Marine sponge الجاميكي الذي يفرز موادًّا مضادة للسرطان .

---

(1) بنك الجينات - qalqilia.edu.ps/genebank.htm .

٩- شجيرة القطن المصري طويل التيلة أحد أنواع الأشجار الأسترالية التي بها مادة كيميائية قد تعالج السرطان .

١٠- نباتات الكونيوا وهي نوع من محاصيل الحبوب Grain crops غني بالبروتين، الألياف، الحديد والأحماض الأمينية .

١١- النبات الطبي الصيني القديم كينج هاو King hao الذي يعتبر خامة أساسية لتجهيز عقار مضاد للملاريا .

١٢- شجرة البيم Beem الهندية التي يستخلص منها مجموعة شديدة التنوع من المنتجات الكيميائية مثل المبيدات الحشرية ومعجون الأسنان .

١٣- خلايا دم القردة الأفريقية المعروفة باسم (قطط البحر الخضراء) التي تفرز هرمونات توقف فيروس (HIV) المسبب لمرض فقد المناعة (AIDS) .

ومما يؤسف له أن تلك الأصول الوراثية قد جُمعت بطرق غير شرعية وانتهت إلى أن دول الشمال الغنية المتقدمة أصبحت تحتفظ في خزائنها وبنوكها الوراثية بهذه الأصول التي وهبها اللّه للدول الفقيرة والتي كانت تمثل لها ميزة نسبية في عالم التجارة الدولية، ولكن بعد استيلائها عليها وتسجيلها وبعد اتفاقية الجات التي تحظر نقل الأصول الوراثية بين الدول بالطرق غير الشرعية لكونها أحد حقوق الملكية الفكرية أصبح من العسير استرداد ما تم فقده .

[1] موقف مصر من الهندسة الوراثية والأصول الوراثية بوصفهما التحدي الذي سيواجه العالم في ظل قواعد حماية الملكية الفكرية:

نظرًا لأهمية سياسات حقوق الملكية الفكرية في مجال الهندسة الوراثية ودورها في تحقيق التنمية والرخاء، تنبهت مصر إلى هذا الدور الحيوي وقامت بالمبادرات التالية :

(1) د. رشا علي الدين - الأبعاد الاقتصادية لتقنيات الهندسة الوراثية في الدول النامية- شبكة المعلومات العربية والقانونية - ٢٠٠٦/٣/١١ .

أ- إنشاء مكتب خاص بنقل التكنولوجيا بمعهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية (AGERI) .

ب- تطوير سياسة الملكية الفكرية في مركز البحوث الزراعية (ARC) متفقًا بذلك مع سياسة خدمات البحوث الزراعية بوزارة الزراعة الأمريكية .

جـ- إنشاء مركز حقوق الملكية الفكرية في كلية الحقوق بجامعة المنوفية .

ولكن السؤال الهام هنا هل كان لبنوك الأصول الوراثية جانب من الاهتمام في مصر؟ خاصة أن مثل هذه البنوك هي الأساس في تطوير الهندسة الوراثية كما تعد السبيل الوحيد للخروج من هيمنة الدول الكبرى على الأصول الوراثية للكثير من المنتجات المحورة وراثيًا . وبالفعل تم إنشاء أول بنك مصري للأصول الوراثية في أكتوبر ٢٠٠٤ ، بهدف جمع ، حفظ ، تدوين ، توثيق وتقييم هذه الأصول ، والتعاون مع الدول العربية ، الأفريقية ، الأسيوية والأوروبية لتبادلها فيما بينها طبقًا لاتفاقية منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) الخاصة بالأصول الوراثية والتي تم إقرارها عام ٢٠٠٢ . وتعد فكرة إنشاء البنك مهمة جدًا وجاءت متأخرة بالنسبة لموقع مصر على الخريطة الزراعية العالمية ، والبنك يسعى لحفظ وتخزين ٢٠٠ ألف عينة من الأصول النباتية والحيوانية ويعد البنك من أكبر البنوك في الشرق الأوسط ويضم أربع إدارات رئيسية هي :

١- إدارة المحاصيل الحقلية .

٢- إدارة المحاصيل البستانية .

٣- إدارة الإنتاج الحيواني .

٤- إدارة الكائنات الحية الدقيقة .

كما يضم البنك العديد من الأقسام والمعامل وهي :

أ- قسم حفظ الأصول الوراثية .

ب- قسم اختبار حيوية وإكثار البذور .

جـ- قسم تقييم الأصول الوراثية .

د- قسم التوثيق والمعلومات .

هـ- قسم التصنيف ومعمل الوراثة الجزيئية .

دور البنك:[1]

يشير الدكتور محمد خليفة - رئيس البنك القومي للجينات - أنه منذ افتتاح البنك ومسيرته لا تتوقف في سبيل تحقيق الاستراتيجية العامة لوزارة الزراعة واستصلاح الأراضي في إطار الخطة الخمسية والتي ترتكز على :

١- ضرورة المحافظة على الموارد الوراثية النباتية والحيوانية وحمايتها من الاختفاء تحت الضغوط البيئية والحيوية والتغيرات الحادة في المناخ .

٢- توفير مصادر التباين الوراثي Genetic variation اللازمة لعمل برامج التربية واستنباط الأصناف النباتية والسلالات الحيوانية عالية الإنتاجية، والتي تناسب مختلف النظم البيئية في مصر وخاصة في مناطق التوسع الأفقي Horizontal widening الجديدة، بما يحقق أهداف خطة التنمية الزراعية المستدامة والمحافظة على تراث مصر البيولوجي من الاندثار .

٣- جمع الأصول الوراثية سواء عن طريق رحلات الجمع من مناطق مصر أو من برامج التربية المختلفة، وقد تم استرجاع جزء مهم من الأصول الوراثية المصرية والتي كانت محفوظة في المراكز البحثية الدولية . وبلغ عدد الأصول الوراثية بالبنك حتى الآن ما يزيد على ٢٢٥٠٠ أصل وراثي .

٤- توصيف وتعريف جميع الأصول الوراثية وتقييمها حقليًا ومعمليًا في معامل البنك المختلفة ثم إدراجها على شبكة البيانات الخاصة بالبنك .

---

(1) المجلة الزراعية The Agricultural Magazine - أغسطس ٢٠٠٦- السنة ٤٨ العدد ٥٧٣ .

التعاون المحلي والدولي:

يشير د/ خليفة إلى أن البنك قد شهد بالاشتراك مع العديد من المنظمات الدولية International organizations والأجهزة البحثية المحلية منها أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا كثيرًا من الأنشطة، بإطلاق الحملة القومية للنهوض بالأصول الوراثية بهدف جمع وحفظ وصيانة الموارد الوراثية النباتية المصرية.

وجدير بالذكر أن مصر قد وقعت على جميع المعاهدات الدولية الخاصة بالتنوع البيئي Environmental diversity والمصادر الوراثية في مجالات الأغذية والزراعة ومنها المعاهدة الدولية (C B D)، وكذلك المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة والتي تنظم صيانة، استكشاف، جمع، توصيف، تقييم وتوثيق هذه الموارد، وتضع إطارًا عامًا للالتزامات القطرية والاستخدام المستدام للموارد الوراثية النباتية مع إيداع عينة من الصنف النباتي المطلوب حمايته في بنك الموارد الوراثية بغرض الحفظ والصيانة، مع حفظ حق الجهات صاحبة الأصناف الطالبة للحماية .

اختصاصات البنك في حفظ الأصول الوراثية:

جاء القرار الوزاري رقم ٨٦٢ لسنة ٢٠٠٥ والذي ينظم اختصاصات البنك القومي للجينات بحيث يكون هو الجهة المختصة بتنفيذ البرنامج القومي للأصول والموارد الوراثية من جمع، حفظ، وتقييم وتوثيق الأصول الوراثية المصرية من سلالات برية وأصناف بلدية، والتعامل مع هذه الأصول بهدف استنباط أصناف جديدة منها. مع الاحتفاظ بسجلات تقيد فيها هذه الموارد وحفظ حق الدولة فيها، والاشتراك في تحديد ما يفرض على مربي النباتات من مشاركة في الجهود البحثية عند استخدام هذه الموارد .

وطبقًا لهذا القرار يتم تسليم البنك القومي للجينات عينة ممثلة من كل الأصناف الخاضعة للتداول وكذلك قيام الأقسام المختلفة بالمعاهد البحثية بوزارة الزراعة بتسليم عينة من الأصول الوراثية النباتية التي تحتفظ بها للبنك لحفظها ضمن المجموعة القومية

للأصول الوراثية مع حفظ حقوق جميع الأطراف .

الإنجازات التي تمت لحفظ الأصول الوراثية:

أ- قسم المحاصيل الحقلية :

١- قام هذا القسم بحصر وجمع وإكثار وتوصيف حوالي ٣٥٦٣ أصلًا وراثيًا من مختلف المحاصيل الشتوية، ٦٥٨ أصلًا وراثيًا من المحاصيل الصيفية من سلالات محلية ونواتج برامج التربية وأصناف مستوردة وأصناف بلدية وبرية .

٢- استلم القسم بعض عينات الأصول الوراثية الموجودة بالبنوك العالمية مثل بنك الجينات الأمريكي، المعهد الدولي لبحوث الأرز بالفلبين، البرنامج الأمريكي للأصول الوراثية، برنامج الأصول الوراثية الكندي وبنك الجينات بالإيكاردا .

٣- تم تقييم عدد من الأصول الوراثية للقمح منها ١٣٠ أصلًا وراثيًا للأمراض، ٣٦ أصلًا وراثيًا للمحصول ومكوناته، ٤٠ أصلًا وراثيًا تحت بيئات مختلفة، كما تم تقييم ٣٦ أصلًا وراثيًا من الفول البلدي تحت ظروف الهالوك Dodder .

ب- قسم البساتين :

١- قام القسم بإضافة ٣ أصناف من اليوسفي Tangerine استكمالًا للحصر والتوصيف المورفولوجي والتقييم السيتولوجي، وهي يوسفي (سيد مرعي، الشوربجي وأسوان)، بالإضافة إلى صنف واحد من الشادوك .

٢- تم حصر وتوصيف ٢٩ صنفًا من أصناف العنب، كما تم إحضار عينات ١٠ أصناف من العنب المنزرع بالحديقة البحثية بمعهد بحوث البساتين لمعمل الوراثة الجزيئية لتحديد البصمة الوراثية لها .

٣- تم الانتهاء من إعداد نموذج التوصيف الخاص بالجوافة طبقًا لنماذج التوصيف الصادرة من المعهد الدولي للمصادر الوراثية، كما تم حصر وتجميع بعض أصناف وسلالات الجوافة المنتشرة في مصر .

٤- [1]تم حصر وتوصيف ٨٦ أصلًا وراثيًا من الموالح و١٣ أصلًا من الموز .

[2] ج-قسم النباتات الطبية والعطرية :

١- قد نجح القسم في جمع ١٣٨ عينة بذرية من هذه النباتات، ٦ عينات تتكاثر خضريًا منها خمسة من النعناع هي (البلدي، الفلفلي، الجبلي، البردي، والدريسي) وواحدة من الصبار Cactus .

٢- تم توفير أجزاء خضرية من العتر البلدي والكافوري، واللورا والزنجبيل Ginger لإكثارها باستخدام تكنيك زراعة الأنسجة Tissue culture technique .

وقد أوصى د. محمد خليفة بعدة توصيات للمحافظة على الأصول الوراثية لنباتاتنا المصرية من الوقوع فريسة للتدهور Deterioration أو الاندثار ومن هذه التوصيات ما يلي :

أولًا : باعتبار أن الموارد الوراثية هي حجر الزاوية في تحسين الحاصلات الزراعية النباتية فإنه يجب دعم أنشطة البنك القومي للجينات والموارد الوراثية وتخصيص الموارد اللازمة له بصفة دائمة حتى يمكنه أداء دوره في تحقيق أهداف خطة التنمية .

ثانيًا : يجب بذل أقصى جهد في تعريف، توصيف، تقييم وحفظ الأصول الوراثية المصرية خاصة النباتات ذات الأهمية الاقتصادية وإجراء الاختبارات المعملية والحقلية اللازمة، وكذلك التوسع في إمكانيات حفظ العينات .

ثالثًا : وضع المصادر الوراثية جمعًا وحفظًا وصيانة ضمن الأولويات المتقدمة لوزارة الزراعة وإعطاؤها الدعم والمساندة اللازمين داخليًا عند التعامل مع الأجهزة والوزارات في مصر أو خارجيًا عند التعامل مع المنظمات والوكالات الدولية .

---

(1) الوفد - مصر- ٢٠٠٦/٥/٢٢ .

(2) المجلة الزراعية The Agricultural Magazine - أغسطس ٢٠٠٦- السنة ٤٨ العدد ٥٧٣ .

رابعًا : يجب دعم جهود التنسيق والتعاون بين الأجهزة المختلفة والتي يتعلق دورها بالمصادر الوراثية النباتية من وزارات (الزراعة، البيئة، البحث العلمي)، الجامعات، مراكز البحوث، المنظمات غير الحكومية، التنظيمات التعاونية، المزارعون وكذلك شركات القطاع الخاص والأفراد ووضع كل هذه الطاقات والقدرات ضمن الخطة القومية لجمع وحفظ الأصول والموارد الوراثية .

خامسًا : ضرورة ترتيب الأولويات بحيث يتحقق التوازن بين أنشطة جمع المصادر الوراثية المهددة بالانقراض، وكذلك السلالات البرية والأصناف المحلية والبلدية والأقارب البرية للحاصلات الزراعية وبين الأصناف المنزرعة ونواتج برامج التربية للأصناف النباتية كمصادر وراثية تستحق الاهتمام .

سادسًا : التأكيد على جميع الأفراد والهيئات ذات العلاقة بالمصادر والموارد الوراثية لإيداع عينة من الأصول التي في حوزتهم بالبنك للمحافظة على حيوية هذه العينات وحفظها من التدهور والاندثار .

سابعًا : الإسراع في عمل رحلات جمع تغطي جميع مناطق مصر ومنها توشكى وشرق العوينات وحلايب وشلاتين وشرق الدلتا مع التركيز على السلالات البرية والأصناف المحلية المتداولة في هذه المناطق، كالنباتات الطبية والعطرية ومحاصيل العلف Fodder crops وبعض محاصيل الفاكهة والخضر .

ثامنًا : إجراء الاختبارات والتحاليل الكيماوية والنوعية على الموارد الوراثية النباتية ذات الأهمية الاقتصادية في المجال الطبي والصيدلاني لارتباطها باتفاقيات حماية حقوق الملكية الفكرية .

[1] أكد البروفيسور (تشوهونغ) رئيس مركز بحوث الآثار الحدودية بجامعة جيلين على ضرورة تعزيز حماية موارد الجينات في الصين على نحو أمثل من خلال وجود مختبر

(1) الخبراء الصينيون يؤكدون على أهمية حماية موارد الجينات في الصين - صحيفة الشعب اليومية - الصين - ٣٠/ ٢٠٠٢/١٢ .

الحامض النووي منزوع الأكسجين للآثار الصينية. وأوضح أن الجينات هي وحدات قادرة على التكاثر الذاتي وتكمن في كروموسومات الخلايا وباستطاعتها تخزين معلومات باعتبارها شريحة لجزئ الحامض النووي منزوع الأكسجين. وذكر (تشو) أن الصين باعتبارها دولة من الدول المشاركة في تنفيذ مشروع الجينوم البشري تتمتع بتفوق فريد يتمثل في وفرة وتنوع موارد الجينات. حيث تمتلك الصين ١٠٪ من موارد الجينات بالعالم إلى جانب مجموعات بشرية كبيرة ينفصل بعضها عن الآخر وقبائل ذات صلة قرابة. وفي ظل هذه الحالة يجب على الصين أن تعزز حمايتها لموارد الجينات .

وأضاف (تشو) إلى أن أعمال الحامض النووي المنزوع الأكسجين للإنسان القديم ما زالت في مرحلتها الأولى في الصين، وأن هذا الحامض للإنسان القديم أو المعاصر هي موارد جينية للصين تتطلب حمايتها، بالإضافة إلى أن الأوضاع المتعددة لجينات الإنسان القديم في الصين سليمة وتتحلى بقيمة بحثية. كما ذكر أن إجراء بحوث الجينات للإنسان الصيني يجب أن تكون في داخل مختبراتنا الخاصة .

الجدير بالذكر أن الحامض النووي منزوع الأكسجين القديم عبارة عن جزيئات مستخرجة من هياكل إنسانية وحيوانية مكتشفة أو من حفائر أحياء قديمة. وبالدمج بين معطيات هذا الحامض ومعلومات بنك الجينات للإنسان المعاصر Contemporary human، يمكن تشكيل شجرة فصيلة أحيائية، تسهل البحث عن تحولات الإنسان وهجرته وتطورات الزراعة البدائية وطرق تربية الحيوانات والنباتات إلى جانب التحولات الجيولوجية (شينخوا) .

[1] ستضم غرفة محصنة داخل جبل يقع في جزيرة معزولة بمنطقة المحيط المتجمد الشمالي العام المقبل عينات من أبرز أنواع النباتات على كوكب الأرض، لتقدم للبشرية سفينة نوح خضراء وذلك تحسبًا لكوارث طبيعية أو نووية Natural or nuclear catastrophes .

(1) النرويج تبني سفينة نوح لإنقاذ نباتات الأرض-أوسلو - Middle East Online - ٢٠٠٦/٨/٣ .

فعلى بعد زهاء ألف كيلومتر من القطب الشمالي، في أرخبيل سفالبارد، أعطى رئيس الوزراء النرويجي (يانس ستولتنبرغ) إشارة الانطلاق لبناء هذا المستودع الذي سيضمن البقاء لجميع أنواع المزروعات. ويتم بناء هذا المستودع Storehouse بدعم من منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) والحكومة النرويجية.

وقال (كاري فولر) رئيس الصندوق الائتماني العالمي للتنوع الزراعي، وهو منظمة دولية مستقلة مشتركة في هذا المشروع، إن ما سنخزنه في سفالبارد، لا يقتصر على مليون أو مليوني فقط من عينات البذور أو المواد العضوية، لكنه ثمرة عمل الأجيال التي لا تحصى من المزارعين عبر آلاف السنين. وأضاف فولر أن مزروعاتنا هي أقدم مواد صنعها الإنسان في العالم، وتفوق الأهرامات في القدم. وإذا كان بقاء النباتات يتجدد ذاتيًا، فهي معرضة أيضًا للانقراض جراء تهديدات كحروب نووية، كوارث طبيعية، حوادث وأخطاء الإدارة.

فعلى عمق حوالي ٣٠٠ متر في الجبل خلف باب مدرع وجدران من الأسمنت المسلح يبلغ سمكها مترًا، يستطيع المستودع الذي تبلغ مساحته ٨٠٠ متر مربع تخزين ثلاثة ملايين عينة من البذور، منها على سبيل المثال مختلف أنواع البطاطس والقمح.

ومن المقرر فتح بنك الجينات الذي أطلقت عليه الحكومة النرويجية اسم (سفينة نوح) وأطلق مصمموه عليه اسم (الغرفة المحصنة للدينونة الأخيرة) في سبتمبر ٢٠٠٧. وهذه الغرفة المحصنة والباردة أيضًا محاطة بأرض جليدية Glacial earth دائمًا لحفظ العينات في درجة حرارة ١٨ مئوية لضمان الحفاظ عليها لمئات أو آلاف السنين. وحتى لو أصيبت منظومة التبريد بخلل ما، فإن الهواء الساخن لن يتمكن من دخول الغرفة لعشرات السنين. وسيجري دوريًا اختبار قدرة البذور على الإنبات لاستبدال البذور التي تصاب بالعقم.

ونقلت وكالة الأنباء النرويجية عن (ستولتنبرغ) قوله إن للمستودع أهمية دولية كبرى. فهو سيكون الوحيد من نوعه، لأن كافة بنوك الجينات الأخرى تجارية الطابع. وأضاف أنه شبكة أماننا الأخيرة، وإذا دمرت البذور المكدسة في بنوك الجينات، فإن ما

يتضمنه هذا المشروع سيتيح توفير البديل. ولقد قدمت النرويج الثلاثة ملايين دولار الضرورية لبناء الغرفة المحصنة لكن البذور ستبقى ملكًا لبلدان المنشأ .

[1] المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة:

اقتناعًا بخصوص طبيعة الموارد النباتية للأغذية والزراعة وسماتها ومشكلاتها التي تستلزم حلولًا متميزة واستشعارًا للخطر الناجم عن التناقص المستمر لهذه الموارد وإدراكًا لواقع أن هذه الموارد تشكل مجالًا مشتركًا لاهتمامات هذه البلدان، بمعنى أنها تعتمد اعتمادًا كبيرًا للغاية على هذه الموارد التي نشأت في أماكن أخرى، تقر هذه المعاهدة بأن صيانة، واستكشاف، جمع، توصيف، تقييم وتوثيق هذه الموارد تمثل كلها عناصر أساسية للوفاء بأهداف إعلان روما بشأن الأمن الغذائي العالمي وخطة عمل مؤتمر القمة العالمي للأغذية والتنمية الزراعية المستدامة من أجل الأجيال الحالية والقادمة. وأن هناك حاجة ملحة لتعزيز قدرات البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصادياتها بمرحلة تحول لإنجاز هذه المهام .

وتقر هذه المعاهدة أيضًا بأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة هي المادة الخام Crude material التي لا غنى عنها للتحسين الوراثي للمحاصيل، سواء بواسطة عملية الانتقاء التي يقوم بها المزارعون أو التربية التقليدية للنباتات أو التكنولوجيا الحيوية الحديثة، كما أنها أساسية للتكيف مع التغيرات البيئية التي لا يمكن التنبؤ بها وللاحتياجات البشرية في المستقبل. وتؤكد أن إسهامات المزارعين في جميع أقاليم العالم في الماضي والحاضر والمستقبل وخاصة في مركز المنشأ والتنوع في صيانة وتحسين هذه الموارد وإتاحتها هي الأساس لحقوق المزارعين Farmer's rights .

وتؤكد أيضًا أن الحقوق المعترف بها في هذه المعاهدة في ما يخص البذور

(1) د. رشا على الدين – الأبعاد الاقتصادية لتقنيات الهندسة الوراثية في الدول النامية– شبكة المعلومات العربية القانونية – ٢٠٠٦/٣/١١ .

المدخرة في المزرعة ومواد الإكثار الأخرى واستخدامها وبيعها وتبادلها والمشاركة في صنع القرارات المتعلقة بالمنافع الناجمة عن استخدام هذه الموارد واقتسامها العادل والمنصف هي عناصر أساسية لتجسيد حقوق المزارعيين فضلًا على الترويج لهذه الحقوق على المستويين القطري والدولي. كما تدرك ضرورة أن تتكامل هذه المعاهدة وغيرها من الاتفاقيات الدولية ذات الصلة بهذه المعاهدة معًا فيما يتعلق بالزراعة والأمن الغذائي المستدامين .

[1] تم اليوم في الصين وبالتحديد في مدينة تشنغدو بمقاطعة سيتشوان، افتتاح بنك هو الأول من نوعه في العالم، وهو بنك مخصوص لحيوان الباندا المهدد بالانقراض. يضم البنك المنتجات الحيوية الرئيسية لهذا الحيوان النفيس من موارد الجينات والخلايا والحامض النووي وغيرها من المواد الضرورية لخدمة مشروع استنساخ هذا الحيوان الذي يمثل أحد الكنوز الطبيعية Natural treasures الفريدة للصين. هذا ولم تتوج أي محاولة لاستنساخ هذا الحيوان بالنجاح، رغم نجاح العلماء في توليده اصطناعيًا خارج الرحم In Vitro Fertilization (IVF)، ونجاحهم في استنساخ حيوانات أخرى كالماعز، البقر، الجاموس والظباء .

حيوان الباندا العملاق هو أقدم حيوان يعيش على كوكب الأرض ولذلك يطلق عليه اسم المتحجرة الحية Living petrified، ولا تتجاوز أعداده حاليًا في البرية عن ١٦٠٠ حيوان منها ١٤٥٠ تعيش في مقاطعة سيتشوان الصينية التي هي الموطن الأصلي للباندا، إلى جانب نحو ١٥٠ حيوان آخر تعيش في الأسر داخل بعض حدائق الحيوانات العالمية .

ويكن الشعب الصيني حبًا عارمًا لذلك الحيوان وتستخدمه الحكومة الصينية كشعار رسمي لأهم الأحداث العالمية التي تستضيفها فوق أراضيها. ويعتبر الباندا أيضًا رمزًا لصداقة الصين مع بلدان العالم حيث تقدمه كهدية للدول التي ترتبط معها بعلاقات وطيدة

(1) افتتاح بنك الباندا العملاق في الصين- سوريا ستار - ٢٠٠٥/١/٤ .

شريطة استعادته مرة أخرى بعد فترة زمنية محددة يتم الاتفاق عليها بين الجانبين وهو ما يكسبه صفة الهدية الوحيدة المستردة .

[1] سيستثمر ٢,١ مليار يوان في بناء حديقة آنجي للنباتات العالمية في محافظة آنجي بمقاطعة تشجيانغ شرق الصين، وهي بنك الجينات للنباتات العالمية الموشكة على الانقراض. ويهدف هذا المشروع الحيوي الكبير إلى تحريك حملة لحماية الحيوانات والنباتات العالمية الموشكة على الانقراض وجلب وإكثار وتربية وتطوير هذه النباتات والحيوانات. كما سيقام معرض لهذه النباتات وكذلك للنباتات النفيسة والنادرة والعادية.

وتنظم على مدار السنة أبحاث وأعمال لغرس وإكثار وتربية واستثمار مختلف أنواع النباتات، كما سيتم توطين حيوانات موشكة على الانقراض وتقديم معلومات ومراقبة ميدانية وزيارات من خلال نماذج الحياة البرية والصور الفوتوغرافية، كما ستقام في الحديقة قاعدة لتكاثر واستثمار حيوان الباندا بقصد تربيته ودراسته الجينية .

---

(1) بنك الجينات للنباتات الموشكة على الانقراض- صحيفة الشعب اليومية - الصين .

الباب الثامن

الفصل الأول: اليوجينيا

[(1)] لا بد أن الكثيرين منا لم يسمعوا بمصطلح اليوجينيا ولا يعرفون حتى ماذا يعني ولا ماذا يخبئ وراءه من حرب إبادة Exermination war يجهل معظمنا قواعدها، فلا شك أن الاهتمام بالنواحي الصحية للفرد والأسرة والمجتمع وتحسين النسل هو الهدف الرئيسي لشعوب العالم المتقدمة بغية تكوين مجتمع يتمتع أفراده بالقوة البدنية والعقلية، ولكن أن يتعدى هذا الأمر إلى التمييز بين الناس وإبادة شعوب بكاملها فهو أمر خطير لا بد من التوقف عنده .

وتحسين النسل وراثيًا يطلق عليه اسم يوجينيا Eugenics وهي كلمة مشتقة من عبارة يونانية تعني Eugenies، وكلمة يوجينيا يقصد بها الفرد الطيب الحسب والنسب النبيل العرق. ويتم هذا التحسين بانتقاء مجموعة من الأفراد هم الأكثر صلاحية fitness من غيرهم لامتلاكهم صفات وراثية مرغوبة وتشجيعهم على الزواج بمن كان مثلهم وحملهم على التكاثر ومساعدتهم على تربية أطفالهم وإجراء الفحوصات الجينية للراغبين في الزواج قبل إتمامه وذلك لتجنب إصابة أبنائهم بالأمراض والتشوهات التي قد تنتقل إليهم من أسلافهم، كأمراض القلب والأوعية الدموية وأمراض الدم (مثل أنيميا الخلايا المنجلية Sickle cell anemia، الثلاسيميا، مرض نزف الدم Hemophilia)، مرض البول السكري، تليف الرئة الكيسي أو الحويصلي، ضمور العضلات، أمراض الجهاز المناعي والتشوهات الكروموسومية الجسمية والجنسية وغيرها .

ومعظم الناس لم يسمعوا عن اليوجينيا ومن سمع عنها يعتقد أنها قد انتهت مع هزيمة هتلر عام ١٩٤٥ بعد أن جاء بفكرتها السير Francois galton الذي صاغ

(1) China radio international - ٢٠٠٤/٧/١٠ .

المصطلح عام ١٨٨٣، [1] والذي يرى أن الحضارة المعاصرة Contemporary civilization قد عرقلت السير الطبيعي لعملية الانتقاء بحمايتها للكائنات البشرية المريضة، التافهة، الحقيرة والمتخلفة والسماح بإعادة إنتاجها، وهو يرى أن ذلك يسبب عائقًا أمام تقدم البشرية. إذ لا بد من القيام بعملية فرز وانتقاء اصطناعي Artificial selection وهذا يستدعي إيجاد قوانين ومؤسسات وتشريعات بهدف تخفيف العبء الذي قد يمثله المتخلفون.

[2] ومن ثم أصبح الجنس البشري في حاجة إلى نوع من الإنجاب الصناعي، أطلق عليه اسم اليوجينيا ويعني علم تحسين الإنسان عن طريق منح السلالات الأكثر صلاحية فرصة أفضل للتكاثر السريع مقارنة بالسلالات الأقل صلاحية.

ويرجع تاريخ تربية أناس أفضل إلى أفلاطون فعلى رأس جمهوريته كان هناك فلاسفة يتمتعون بالصحة والقدرة العالية على التفكير، أما محدودو الذكاء فكانوا يشغلون المواقع الدنيا، وكان على حكام الجمهورية أن يديروا أمر تزاوج المرغوبين وأن يتيحوا لكل من يبلي بلاء حسنًا في الحروب فرصًا أكبر للإنجاب، وهذه الأفكار الأفلاطونية تعادل ما نسميه اليوم اليوجينيا الإيجابية Positive eugenics. ويوضح البروفيسور أحمد مستجير في كتابه الثورة البيولوجية Biological revolution تحت عنوان: (سقط القناع) إن جوهر التطور هو الإنجاب الطبيعي، وجوهر اليوجينيا هو استبدال الإنجاب الطبيعي بإنجاب اصطناعي واع، بهدف الإسراع من تطوير الصفات المرغوبة والتخلص من الصفات غير المرغوبة وذلك لتحسين الأجيال القادمة على حساب الأجيال المعاصرة.

وأشار د/ مستجير إلى أن الغرض المستتر هو أن هناك من البشر من هم أفضل من غيرهم، من يستحقون أن ينجبوا أكثر من الآخرين، وأن يمثلوا في الجيل التالي، ويتم

(1) د. سمير بسباس - الإنسان المحور جينيًا مشروع القرن الواحد والعشرين- باب العلوم وثورة الاتصالات - العدد ١٤.

(2) China radio international - ٢٠٠٤/٧/١٠.

ذلك بزيادة نسل من يستحقون (اليوجينيا الإيجابية) أو بتقليل نسل من لا يستحقون (اليوجينيا السلبية Negative eugenics) موضحًا أن التحوير المتعمد لجنس البشر لأهداف اجتماعية هو ما تطمح إليه اليوجينيا، فعندما يتغلب الإنسان على تطوره البيولوجي، سيكون قادرًا على التغلب على كل شيء .

وتحت عنوان: (سقطت اليوجينيا ولم يسقط اليوجينيون . . . حروب وراثية) نبه إلى أن موضوع بحث اليوجينيا يتمثل في دراسة العوامل الواقعة تحت التحكم الاجتماعي التي قد تحسن أو تفسد الخصائص الطبيعية الموروثة للأجيال في المستقبل جسديًا أو ذهنيًا، فقد ذاعت حركة اليوجينيا في أوائل القرن العشرين في أوروبا وأمريكا عندما كان علم الوراثة لا يزال طفلًا يحبو وانضم إليها وتعاطف معها الكثيرون من كبار المفكرين، العلماء، الساسة، الفلاسفة ورجال المال منهم برتراندراسل، ج.ج برنال، جوليان هكسلي، دونا لد فيشر، برناردشو، هافلوك إليس، د.هـ. لورانس، هـ.ج ويلز، روزفلت، تشرشل وجون روكفيلر .

وقد قيل إن اليوجينيا رغبة طبيعية في الإنسان الفرد وفي الجماعة فلم يكن لدى الوالدين في فجر التاريخ أي مانع من قتل طفل لتوفير فرصة أفضل لبقاء أخيه بدلًا من موت الاثنين. كما كانت محاولات الإبادة الجماعية Genocide للأعداء وسيلة معروفة لتحسين فرصة بقاء العشيرة .

وقد جمع الباحثون في هذه المعامل بيانات تتعلق بوراثة الإنسان وذلك بفحص السجلات المرضية وإجراء دراسات على العائلات الممتدة Extended families وعلى التوائم وأوصوا بالتدخل في تكاثر البشر لرفع تكرار الجينات Gene frequency الطيبة اجتماعيًا في العشيرة وخفض تكرار الجينات الرديئة. إلا أن لهذا التدخل وجهين:

الأول: إيجابي من خلال معالجة وراثة البشر وتوليد أناس أفضل .

الثاني: سلبي من خلال تحسين نوعية السلالة بتخليصها من المنحطين بيولوجيًا

وذلك بمنع المتخلفين من الإنجاب أو مقاومة دخولهم الجماعات البشرية عن طريق الهجرة Emigration أو بوسائل غير مشروعة .

كان اليوجينيون قبل نهاية الحرب العالمية الثانية يعملون في العلن أما بعدها ونظرًا لارتباط مبادئهم بالنازية Nazism بدأوا بممارسة اليوجينيا المستترة أو الخفية Hiding eugenics ، ويوزعون الأدوار فيما بينهم لإعادة بناء اليوجينيا كالآتي :

١- جماعة تؤكد أيديولوجيا تفوق الجنس الآري الأبيض .

٢- وأخرى تطور وسائل منع الحمل وغالبًا ما يصلون إلى قلوب الناس وعقولهم عبر وسائل الإعلام والادعاءات بمقولة : لا بد أن يترك الخيار للمرأة كتعبير تقدمي جميل في اختيار وسيلة تحديد نسلها .

٣- يسعون بمزيج من العرقية والعنصرية والداروينية إلى الإجهاض Abortion ، وقد حققت اليوجينيا بعد الحرب نجاحًا كبيرًا في تطوير ونشر تنظيم النسل ، وأجرى خلال الخمسة والعشرين عامًا الماضية أكثر من مليار ونصف المليار عملية إجهاض في العالم فتناقص متوسط عدد الأطفال للمرأة بأكثر من الثلث خلال ثلاثين عامًا ، ونقص المتوسط في الدول النامية من ٦,٣ طفل إلى ١,٦ طفل للمرأة .

٤- قتل المرضى والتعقيم Sterilization وتدريس الجنس بصورة فاضحة تؤدي إلى حمل المراهقات .

٥- استبدال كلمة الانتخاب بكلمة الاختيار ، والقدرة المعرفية بمعامل الذكاء Intelligence Quotient (IQ) وأصبحت الجمعية الأمريكية لليوجينيا تعرف باسم جمعية دراسات البيولوجيا الاجتماعية .

٦- استغلال الغموض والثغرات بالقوانين ليمكنوا الأطباء اليوجينين من مزاولة النشاط اليوجيني على أنه إجراءات طبية طبيعية تتم بناء على رغبة المريض .

٧- تخفيض أعداد سلالات بذاتها وتحويلها إلى شظايا عقيمة لاعتقادهم بوجود الكثير من المرضى ، الكثير من المتخلفين ، الكثير من الصينيين ، الكثير من الهنود ،

الكثير من العرب، الكثير من الناس، يزاحمون الإنسان الأبيض اليوجيني الأسمى ويربضون فوق أرض وفيرة الثروة لا يستحقونها .

٨- يعتبر كبح جماح النمو السكاني من أبرز مهام اليوجينيا شجعته نخبة من البيض تستخدم قوة المال في دفع الدول الفقيرة إلى أن تطلب إبادة جزء من شعبها بهدف الاستيلاء على موارد العالم الثالث .

٩- وفي فجر القرن العشرين أصيب كبار رجال الصناعة الأمريكيين بالذعر عندما لاحظوا المعدل الكبير لنمو الأقليات والفقراء ووصول الملايين من المهاجرين إلى أمريكا كل عام وتوقعوا تغييرًا جذريًا للوضع العنصري والعرقي للأمة في نفس الوقت الذي يهاجر فيه السود من الجنوب إلى الشمال بأعداد غير مسبوقة . ورأى رجال الصناعة أن الحل هو اليوجينيا فبدأ كبارهم مثل : روكفيلر، هنري فورد، أندرو كارنيجي، أفريل هاريمان، بريسكوت بوش جد الرئيس جورج دبليو بوش بتمويل حركة يوجينية تشجع الإجهاض والتعقيم والقتل الرحيم لمواجهة هذه المشكلة .

١٠- يعتمد محور اليوجينيا الحديثة على استخدام خريطة الجينوم البشري لمحاولة إنماء الذكاء لدى الرجل الأبيض واستخدام أساليب الهندسة الوراثية لتطوير أسلحة بيولوجية Bilogical weapons أو نشر أمراض تبيد مجموعات عرقية معينة دون غيرها، والاهتمام بدراسة الجينات ومواصفاتها لكي تتمكن من تحديد العرق اليهودي، وبالتالي استخدامها كشفرة خاصة تميزهم أمام هذه الأسلحة فلا تسبب لهم أي ضرر وتفتك بغيرهم من الأجناس .

[1] مستقبلنا الوراثي الحتمي هو عنوان كتاب صدر في صيف ٢٠٠٢ بالولايات المتحدة الأمريكية بقلم Gregory stock وقد حظي بدعاية إعلامية غير مسبوقة. الكاتب وعمره ٥٢ سنة يرأس برنامج (الطب والتكنولوجيا والمجتمع) في جامعة كاليفورنيا بلوس أنجيلوس وهو يتفق مع استنتاجات Jeremy Rifkin التي عبر عنها

(1) د. سمير بسباس - الإنسان المحور جينيًا مشروع القرن الواحد والعشرين- باب العلوم وثورة الاتصالات - العدد ١٤ .

في كتابه (قرن البيوتاك) وصاحب المقولة الشهيرة (من يهيمن على الجينات يهيمن على العالم) ومع نظرية فوكوياما حول (نهاية التاريخ) .

الكاتب لا يكتفي بالوعود بل يبرز الأساليب العلمية التي ستمكننا من هذه الغاية . هو يقدر أننا سنتمكن بعد عشرين سنة من صناعة إنسان حسب الطلب وحسب الرغبة وذلك بفضل تقنيات التلقيح الاصطناعي وفرز البويضات وصولًا إلى ما يطلق عليه (التحوير الجيني الإيجابي) لخلق جنين يمتاز بهذه أو تلك من الخاصيات المطلوبة .

في الحقيقة مشروع (الإنسان حسب الطلب) ليس بالجديد ولكن الجديد هو التعبير عن الاستعداد لإنجازه. فقبل ذلك عبر العالم Francois Jacob الحاصل على جائزة نوبل عن آراء مشابهة، فهو يرى أن الإنسان سيصبح قادرًا على السيطرة على تطوره ذاته وسيتدخل في تنفيذ البرنامج الوراثي من أجل تصحيح عيوبه، وإدخال بعض الملحقات عليه وقد يتوصل أيضًا إلى إنتاج ما يرغب فيه من نماذج ونسخ طبق الأصل Copies من أي فرد من الأفراد: رجل سياسي، فنان، ملكة جمال أو مصارع. فلا شيء يمنع أن نبدأ في استعمال طرق الاصطفاء المستخدمة في المختبرات على الفئران. لقد دعا فرانسيس جاكوب قبل ذلك إلى استعمال خلطات كيميائية للتحكم في الجهاز العصبي Nervous system للإنسان وبالتالي على سلوكه .

كل شيء جائز Any thing goes، يعتقد Gregory stock أنه سيصبح بإمكاننا خلق أشخاص محورين جينيًا بحيث يتحملون حرارة وبرودة الكواكب الأخرى ويتأقلمون مع نقص الأوكسجين. ويتساءل عن أسباب معارضة بعض المتزمتين لهذا المشروع الثوري وقال: لماذا ترفضون حقنا في اختيار مولودنا ما دمنا نختار شريك حياتنا؟

ومما لا شك فيه أن التحوير الجيني سيخلق فروقًا بين الأشخاص لكن أليست هذه سنة الحياة؟ ويعتقد جريجوري ستوك أن أول من يقوم بالتحوير الجيني للإنسان هم الأسيويون لأنهم يعتقدون أن امتلاكهم لناصية البيوتكنولوجي هي الوسيلة الوحيدة للحاق بالغرب يليهم الأمريكيون ثم الأوروبيون. في رأيي أنه لا يمكن لنا نتعرض لهذا

المشروع دون الرجوع إلى تاريخ الأوجنة وتأثيرها على المجتمع والسياسة والتاريخ بصفة عامة .

اولًا: ما هي الأوجنة؟

تدعو الأوجنة إلى انتقاء اجتماعي عرقي يكون تطبيقًا لقانون الانتقاء الطبيعي على المجتمع ولهذا يستعمل البعض السوسيولوجيا لكي يعبروا بها عن الأوجنة. عرفت الأوجنة ازدهارًا شمل كل البلاد الغربية دون استثناء وذلك منذ نهاية القرن التاسع عشر. ففي سنة ١٩٠٤ أنشئ كرسي تحسين النسل في جامعة لندن، وانتشرت هذه النظرية لتعم ألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من البلدان الغربية .

كانت Margaret Sanger المعروفة بتحمسها الشديد لوجهة نظر Francois Galton تقول: إن هؤلاء الذين يعيشون في الأكواخ Cottages يتوالدون كالأرانب وينشرون عدواهم إلى ألمع وأذكى عناصر المجتمع من خلال جيناتهم الضعيفة والمريضة. . . إن أكبر فضل يمكن أن تقوم به عائلة متعددة الأفراد هو التخلص من صغارها بالقتل. وكتب الدكتور Staddard الحاصل على دبلوم من جامعة هارفارد ومدير جمعية مراقبة النسل سنة ١٩٤٠ يقول: إن قانون التعقيم الذي وضعه النازيون يساعد على التخلص من الخاصيات الجينية السيئة للجنس الجرماني بطرق علمية وإنسانية، ودعا أيضًا إلى تهيئة أماكن مخصصة وأراضي فلاحية ومساكن لأصحاب الجينات الضعيفة لعزلهم وإجبارهم على العمل وتسخيرهم لصالح باقي المجتمع .

مشروع السود Negret project الذي تم إعداده سنة ١٩٣٩ بالولايات المتحدة الأمريكية يصب في نفس النهج دون كابح أو قيد. فزيادة السكان السود تتبع أساسًا القسم الأكثر تخلفًا فكريًا وأقل ذكاء ومقدرة هذا مقارنة بالجنس الأبيض .

لقد اقتفت بلدان أخرى الولايات المتحدة الأمريكية في عملية تعقيم المتخلفين. فقد عقمت السويد ٦٠ ألفًا من السكان المحسوبين على التخلف الذهني ووضعت بلدان أخرى قوانين التعقيم الإجباري Compulsory sterilization ونفذتها مثل كندا،

النرويج، فنلندا، أسبانيا وأيسلندا. أما ألمانيا وهي الأسوأ سمعة فقد عقمت في البداية ٤٠٠ ألف من المتخلفين ثم قتلت الكثير منهم. فخلال ١٨ شهرًا فقط من الحرب العالمية الثانية أعدم بالغاز ٧٠ ألف فرد من المرضى النفسانيين من الألمان الذين تم تعقيمهم من قبل وذلك بعلة إخلاء أسرة المستشفيات للجنود المصابين.

ولقد مثلت زيادة البطالة Unemployment الناتجة عن الأزمة الاقتصادية Economic crisis والكساد الذي أصاب المجتمعات الغربية في أوائل الثلاثينيات من القرن العشرين ظرفًا سانحًا لإحياء نزعة تحسين النسل. فقد بلغت أرقام عضوية جمعيات تحسين النسل في بريطانيا مستويات قياسية وأخذوا يلقون في سخافة وعن جهل مسؤولية تزايد البطالة والفقر على الانحطاط العرقي الذي تنبأ به أنصار تحسين النسل.

في فرنسا ارتبطت الأوجنة باسم Francis Carrel هذا العالم الذي قال عنه Jean Rostand المحسوب على التيار الإنساني بأنه من أعظم العلماء الذين أنجبتهم فرنسا والذي قال عنه الرئيس فرنسواميتران إنه كان من بين أكثر العقول نفاذًا ووضوح رؤية، وهو حاصل على جائزة نوبل للطب والفيسولوجيا وصاحب الإنجازات العلمية الباهرة، لقد دعا إلى التخلص من المجرمين والمعتوهين قتلًا بالغازات السامة. صدر كتابه الشهير (الإنسان هذا المجهول) وترجم إلى عشرين لغة وأنشأ المؤسسة الفرنسية لدراسة القضايا البشرية وقال: إن تحسين النسل يبرر كل الأعمال اللاإنسانية التي كان يدعو لها ما دامت الغاية مثلى.

في الاتحاد السوفيتي، لم تعرف الأوجنة نفس المصير الذي عرفته في البلدان الغربية إلا أنها اتخذت أشكالًا أخرى من خلال التميز العرقي والقومي أو تحت غطاء مقاومة المعارضين للثورة. فمنذ الثلاثينيات دعا الكاتب Maxime Gorki إلى القيام بتجارب أوجينية على الأعداء الطبقيين للنظام البلشفي وهو يعتبرهم أفرادًا منحطين ومتخلفين أخلاقيًا وجسميًا (انظر كتابات Paramanov ومجلة Stampa بتاريخ ٢٦ أوت ١٩٩٢: جوركي أكثر جنونًا من كارال). لقد تكفل ستالين بذلك حيث طبقت هذه

الممارسات على أعداد كبيرة من المساجين السياسيين في سجون سيبريا وأجريت عليهم أبشع التجارب وعوملوا كفئران مختبر .

لا يفوتنا كذلك أن نذكر بمشروع Alexander Bougdanov الطبيب البلشفي والملقب بخالق الإله ومؤسس المعهد المركزي لنقل الدم بموسكو سنة ١٩٢٦، ويعد هذا المعهد الوحيد من نوعه في العالم. كان Bougdanov وبدعم من القادة السوفييت يريد تطعيم الاشتراكية الاجتماعية باشتراكية فسيولوجية من خلال ما يسميه بتقريب المستويات القصوى وتعويض النقائص، كما يرى أنه لا بد من حقن السكان بدم شبابي (متأتي من الجيل الشاب) وذلك للحفاظ على حيوية المجتمع وتهيئة أحسن الظروف لمزاحمة المجتمعات الرأسمالية Capitalism societies وضمان حياة أطول للشعب السوفيتي .

كان لدى Bougdanov ولدى القادة السوفييت هوس الحفاظ على الجيل الأول من القادة البلاشفة ومن هنا جاءت فكرته حول تحنيط Embalmment جثة لينين في انتظار ثورة علمية قد تمكنه من أن يبعث من جديد وكذلك الحال بالنسبة لكبار القادة، فهؤلاء يمثلون في نظره ونظر الغالبية من البلاشفة جنسًا خاصًا وفئة مميزة تختص بالشجاعة والذكاء Bravery and intelligence وسعة الفكر والقدرة على القيادة والزعامة .

نظرة السوفييت للجسد تخفي هي الأخرى بصمات أوجينية لا ريب فيها وقد تجلى ذلك إثر الانتصارات التي حققها بعض الرياضيين الروس في المسابقات الدولية وقد رأوا بروز جنس جديد بفضل محاسن النظام الاجتماعي، كما كان يروج للعامل المثالي ذي البنية القوية والقادرة على إنتاج يفوق عدة مرات إنتاج العامل في البلدان الرأسمالية .

في بداية العشرينيات من القرن الماضي كان تدريس الأوجنة يحظى بعناية من العلماء الروس وقد حدد له هدف سامي هو (خلق أجيال جديدة وإنسان سامي ومتفوق يتحكم في الطبيعة ويخلق الحياة من حوله. الأوجنة هي دين المستقبل وهي تنتظر رسلها) .

في سنة ١٩٢٣ كتب Alexandre Nagornyj يقول مع مرور السنين سيحل جيل جديد أكثر نقاوة وقوة وصلابة وديمومة وسعادة، وفي سنة ١٩٢٥ نشرت في لينجراد ترجمة لكتاب العالم النمساوي الأحيائي Paul Kammerer بعنوان (الموت والخلود) وهو من دعاة الأوجنة ويعتقد أن المراحل الثورية تفرز أناسًا ذوي شخصية فذة ومميزة وقد دعا إلى خلق إنسان فائق القدرات وكامل الأوصاف، من هذا يمكن القول بأن الأوجنة قد لاقت صدى في كل البلدان شرقيها وغربيها .

ثانيًا: من الأوجنة الصريحة إلى الأوجنة المعاصرة:

لاقت هذه النظريات العنصرية معارضة ومقاومة جعلتها تتراجع إثر الحرب العالمية الثانية وساهمت انتصارات الشعوب المحسوبة على التخلف والضعف الجيني في هذا التراجع، تخلت معظم البلدان الغربية عن القوانين التي تدعو إلى التمييز العرقي وفقد العديد من العلماء والباحثون المحسوبون على الأوجنة مكانتهم واعتبارهم (وقع تغيير لكل أسماء الأنهج التي تحمل اسم Francis Carrel بفرنسا). البحوث الأنثروبولوجية بدأت هي الأخرى تتخلى عن الشوائب السوسيوبيولوجية التي كانت تحف بها، وهذا لا يعني البتة أن دعاة الأوجنة قد ألقوا السلاح أو أنهم قد تخلوا عن أوهامهم .

الجديد في الأوجنة المعاصرة أنها تعتمد خطابًا عقلانيًا يستند إلى القدرات التكنولوجية الجديدة. لقد تحول العلم أو التكنولوجيا إلى شبه كنيسة كهنتها علماء البيولوجيا وخبراء البيوتكنولوجيا. لم يعد يتجرأ غالبية هؤلاء على إبراز نواياهم ومخططاتهم فأصبحوا يؤمنون بضروريات التقدم العلمي لتشريع ممارساتهم وأصبح تحسين النسل يستند على ضروريات علمية Scientific necessities خالصة، حيث إن العلم محايد ولا يعترف بالمعتقدات والأيدولوجيات وهذا حسب رأيهم .

العالم تستارت Testart وهو أول واضع لطفل الأنبوب يلاحظ أن مجال ما هو مسموح به يتسع بلا حدود. فقد نصل إلى حد سنقبل فيه بالقيام بأعمال نعتقد أنها خطوطًا حمراء. فإذا ما أقر الخبراء والعلماء أن هذه الخاصية الوراثية إيجابية أو سلبية (كاللون

والجنس والقدرة الذهنية . . .)، فماذا يمنع هؤلاء من تقسيم البشرية جنسيًا ووراثيًا إلى عبيد ذوي بنية قوية وسواعد مفتولة تسخر لخدمة الأسياد من البقية الفطنة الذكية .

إذا سلمنا بما يريد أن يفرض علينا علم الوراثة المعاصر بوجود قانون كوني وكلي وراثي يحكم الجميع ويحدد النفسيات، السلوك، الثقافات، الأفكار، العادات والأحاسيس ألا يجوز في هذه الحالة أن يتحول التوالد والتكاثر إلى عملية ميكانيكية مثل تربية الدواجن؟ ألا يتحول بذلك الإنسان إلى بضاعة؟، حيث توكل عملية فرز البشر إلى خبراء ومتخصصين بدءًا من البويضة ووصولًا إلى الجنين .

مشروع تحسين النسل في شكله المعاصر يرتكز على وهم مفاده أنه يمكن مقاربة الجين بالمفاهيم التي تقارب بها العالم الماكروسكوبي والمشاهد بالعين المجردة، فنستعمل مصطلحات مثل الشفرة الجينية Genetic code والبرنامج الوراثي (والذي ليس في الحقيقة سوى البرنامج المصاغ في أذهاننا فنسقطه على المكونات الوراثية) والجين الأناني Selfish gene، الجين الميت Dead gene، الجين غير الصالح Bad gene، . . . بل إن بعض الصور مشتقة من علم الألسنية واللغة (الدال هو الجين والمدلول هي الظواهر) .

يوضح Pierre Thuiller المتخصص في تاريخ العلوم والذي كتب الكثير عن الأوجنة وعن أوهام رجال البيولوجيا أن السوسيوبيولوجيا في شكلها الحديث تحاول تفسير الظواهر والتصرفات الاجتماعية تفسيرًا بيولوجيًا محضًا (وراثيًا). في الظاهر تعتمد هذه النظرية الموضوعية العلمية في مقاربتها للأشياء لتخلص إلى أن ما ينطبق على النمل وطير السافي ينطبق على الإنسان (وهذا صحيح إلى حد ما). فالممثل الحقيقي للسوسيوبيولوجيا هو Edward Wilson ولكننا نجد أيضًا أفكاره لدى Ernest Renan, Berthelot and Haekel وغيرهم من رجال العلم ذوي الصيت العالمي

قال Edward Wilson : انتهى عصر الأديان والفلسفات والأيدولوجيات والسياسة، فعلماء السوسيوبيولوجيا هم الأقدر على وضع مخطط أو تخطيط للمجتمع .

أخيرًا سيصبح بالإمكان خلق مجتمع عقلاني فعلي وصرف. ونجد نظريات مشابهة لدى كل من Francois Jacob and Jacques Monod وكلاهما حاصل على جائزة نوبل. بفضل علم الوراثة سيتمكن هؤلاء العلماء من رسم الطريق والمسلك التاريخي للجنس البشري Human genus ولنقل خارطة الطريق التي يجب على الإنسانية اتباعها. هكذا يقارنون الإنسان بالماكينة وتتحول الجينات على أيدي هؤلاء إلى قطع غيار. يكفي أن نغرس بعض الجينات أو نتلف أخرى لكي نحصل على الإنسان المثالي ونفرض على البشرية تطورًا عقلانيًا .

عالم الفيزياء Feynman ذهب إلى أبعد من ذلك إذ يقر بأن كل تصرف اجتماعي وإنساني يمكن اختزاله من خلال الجزيئات، وقد ذهب John Desmond Benal الحاصل على جائزة لينين للسلام سنة ١٩٥٣ إلى نفس المذهب. وبالتالي تتحول البيولوجيا إلى شرطة ثقافية Cultural police على حسب تعبير Pierre Thuiller.

خطورة مشروع التحويل الجيني Genetic transformation تكمن في التفاعل الإيجابي لأعداد متعاظمة من الناس معه وأصبح من العادي والطبيعي أن تمتلك شركات وأفراد جينات بما في ذلك جينات البشر وتسجلها براءات .

الأوجنة هي محاولة يائسة لنفي حقيقة الموت، هي نفي الإنسان لذاته هي نقيض الحرية Freedom. فهي تخلق أناسًا متطابقين ونسخًا لبعضهم البعض وتريد إخضاعهم لنمطية واحدة. هي نفي الخيال الخلاق Creative imagination الذي بفضله نتجاوز عقدة الموت ونؤسس للحاضر والمستقبل. هي تسعى كغيرها من أنواع الأيدولوجيات المحنطة وأصناف الفكر الموروث إلى الثبات والتثبيت والوحدة والتوحيد والدمج والإدماج. إذن هي مشروع شمولي كلياني وإن تُلحِفَ بلحاف العلم، هي إلغاء للعلم الحقيقي لصالح عالم وهمي تعدنا به البيوتكنولوجيا، عالم يكون فيه الإنسان إله الكون Cosmos god .

خلف هذا الوهم، وهم القوة المطلقة يختفي الهروب من الموت. فقد أكون إنسانًا ضعيفًا، محدودًا ومعرضًا للفناء لكن القوة موجودة. هناك موقع محدد للقوة، إما في

المستشفيات أو في المفاعلات النووية Nuclear reactors أو في مختبرات البيوتكنولوجيا (كاستوريا ديس) . فهذا الاستنساخ يعدنا بالحياة الدائمة والمستمرة ولقد داعبت هذه الفكرة العديد من الجبابرة والمستبدين الذين يخافون الموت وهم الذين زرعوه ونشروه حولهم . إن وهم الإنسان المحور جينيًّا حسب الطلب هو إعلان لسقوط الإنسان، لكن العقد الأخير قد سجل لحسن الحظ استفاقة للمواطن والشعوب ولا أظن بأن مثل هذا المشروع الشمولي سيلقى طريقه إلى التنفيذ ما دامت الإنسانية لم تتخل بعد عن عشقها للحرية ولم تستسلم لوعود كهنة Priests القرن الواحد والعشرين .

[1] صفحة خطيرة من كتاب العار الصهيوني:

المفاجأة التي كشف عنها في الكيان الصهيوني Zionistentity قبل أسابيع، أن الصهاينة الذين حاولوا لعقود تبرير اغتصابهم فلسطين بمعاناتهم تحت الحكم النازي مارسوا قواعد الطب النازي لا ضد الفلسطينيين بل ضد بعضهم البعض. فمصطلحات مثل: خصاء Castration المرضى النفسانيين، تشجيع الإنجاب لدى العائلات المنتمية إلى الشريحة المثقفة، تحديد النسل لدى العائلات الفقيرة من اليهود الشرقيين Eastern jews، لم ترد في خطط الرايخ الثالث وإنما طرحت من قبل شخصيات مركزية في الحركة الصهيونية Zionism ومؤسساتها إبان حقبة الانتداب البريطاني British delegation في أرض فلسطين .

وقد تبين أن فكرة تحسين النوع حظيت لدى مؤسسات الحركة الصهيونية في تلك الفترة بتأييد وترحيب. هذه الفكرة وما نالته من تأييد، والتي جرى إخفاؤها والتكتم عليها لسنوات، كشف النقاب عنها أخيرًا في دراسة عن الجذور الأيديولوجية والفكرية التي شكلت أساسًا لإقامة الجهاز الصحي في إسرائيل .

القصة بدأت في الثلاثينيات في المستوطنات اليهودية التي سبقت قيام إسرائيل، إذ أنشئت آنذاك مراكز استشارية هدفها تقديم النصح للمقبلين على الزواج وأسرهم في

---

(1) بقلم ممدوح الشيخ- الطب النازي في أرض الوعد- جريدة البيان- ٢٠٠٤/٨/١ .

مسائل الجنس والزواج، وبخاصة منع الحمل في حالات معينة. اقتداء بنموذج مشابه من المراكز التي أنشئت في العاصمة النمساوية (فيينا) عقب صعود النازية للحكم والتي كانت تقوم بالعلاج قسرًا. غير أن التشابه الأخطر كما رصده الباحثون تمثل في أنه جرى في ألمانيا وإسرائيل ربط بين اليوجينيا والصحة والقومية.

تلك بعض النتائج التي تضمنتها أطروحة الدكتوراه التي قدمتها الباحثة الإسرائيلية (شحلف ستولر ليس) لجامعة بن جوريون حول تاريخ الخدمات الصحية Health services في إسرائيل في الخمسينيات. وقد تم استعراض المعطيات والنتائج في المؤتمر السنوي للجمعية الإسرائيلية للأنثروبولوجي. وقد اكتشفت (ستولر) النصوص اليوجينية لدى أطباء المستوطنات اليهودية التي سبقت قيام الكيان الصهيوني أثناء بحثها عن كتب إرشادية للآباء في نطاق بحث أكاديمي سابق.

صدمة الاكتشاف:

تحكي الباحثة صدمة الاكتشاف الأولى فتقول: عرضت نصًا أثناء حلقة دراسية فقال لي مقدم الندوة: لماذا لا تقولي إن النص مترجم؟ فأجبت: كلا، النص ليس مترجمًا، فقال: في إسرائيل لا توجد مثل هذه الأمور. على إثر ذلك توالت الحقائق المثيرة إذ وجدت ستولر الكثير من النصوص والآراء التي أيدت اليوجينيا ليس هذا وحسب بل إن مؤيدي الفكرة كانوا من الشخصيات الأساسية في الجهاز الصحي اليهودي آنذاك، والذين أنتخبوا وأداروا فيما بعد الجهاز الصحي الإسرائيلي.

أحد هذه الشخصيات في عهد الانتداب البريطاني كان الدكتور يوسف مئير، وهو طبيب واسع الشهرة درس في فيينا وشغل لأكثر من ثلاثين عامًا منصب رئيس مؤسسة صندوق المرضى العام وسمي مستشفى (كفار سابا) باسمه. ومن موقعه في قلب المؤسسة الطبية الصهيونية في منتصف الثلاثينيات، زف للأمهات الشابات بشرى اليوجينيا وحذرهن من الانحطاط Deterioration ونقل لهن الرسالة بشأن واجبهن ومسؤوليتهن في الحرص على إنجاب أطفال معافين فقط. وعلى سبيل المثال نشر عام ١٩٣٤ في الصفحة الأولى من نشرة (الأم والطفل) التي تولى تحريرها والصادرة عن

صندوق المرضى ما نصه:

من ذا الذي يحق له إنجاب الأولاد؟ الإجابة الصحيحة عن هذا السؤال موجودة في اليوجينيا، وهي علم تحسين النسل والحفاظ عليه من الانحطاط والتردي. هذا العلم لا يزال حديث العهد، لكن نتائجه الإيجابية أضحت كبيرة ومهمة، وذكر أن هذه الحالات (يقصد ذوي الأمراض والعاهات الوراثية) منتشرة بين جميع الأمم والشعوب وبخاصة بين الشعب العبري Hebrew nation الذي عاش في المنفي، أليس من واجبنا الحرص على إنجاب أبناء معافين أصحاء جسديًا وعقليًا؟

بالنسبة لنا، فإن لليوجينيا بشكل عام، وللاحتراس من نقل الأمراض الوراثية بشكل خاص، قيمة أكبر من باقي الشعوب! يتعين على الأطباء والرياضيين والساسة القوميين القيام بدعاية واسعة لهذه الفكرة: لا تنجبوا أولادًا إذا كنتم غير واثقين من أنهم سيكونون أصحاء جسديًا وعقليًا.

وفي النص الكامل للمقال الذي نشر في زاوية الصحة في جريدة (دافار) الناطقة بلسان الهستدروت، اقترح دكتور مئير إخصاء المختلين عقليًا والمرضى النفسانيين. ووجدت (ستولرليس) أمثلة عديدة أخرى في نشرات ('الأم والطفل) الصادرة خلال عامي ١٩٣٤، ١٩٣٥ ومجلات أخرى، وجرى التكتم لسنوات على تأييد د. مئير وآخرين من كبار المسؤولين في الجهاز الصحي لهذه الأفكار وما من أحد يتحدث اليوم عن هذا الفصل في تاريخ الاستيطان اليهودي.

التضليل استراتيجية صهيوني:

وكما جرى التعتيم على حقيقة العلاقات الصهيونية النازية ودور قيادات المنظمة الصهيونية في الهولوكوست تم إخفاء هذه الحقائق، وفي منتصف الخمسينيات جمعت مقالات د. مئير في كتاب صدر بمناسبة وفاته، غير أن مقاله المشار إليه لم ينشر ضمن الكتاب، ووجد في ملاحظات معدي الكتاب ملاحظة وصف فيها المقال المذكور بأنه (إشكالي خطير) وكتب أحد محرري الكتاب في ملاحظته (الآن وبعد اليوجينيا النازية

فإنه لمن الخطير نشر هذا المقال) .

وتضيف (ستولرليس) أنه في أواخر الثلاثينيات، وعندما تكشفت الفظائع التي يمكن لليوجينيا بصورتها المتطرفة التسبب فيها، تم الإقلاع عن استخدام هذا الإصلاح الذي نسب للنازيين. غير أن الدكتور مئير ظل طوال سنوات نشاطه مؤمنًا بأفكار اليوجينيا، ففي مطلع الخمسينيات نشر مقالًا انتقد فيه بشدة (جائزة الولادة) بقيمة ١٠٠ ليرة إسرائيلي والتي تعهد بن جوريون بتقديمها لكل امرأة يهودية تنجب عشرة أولاد، فكتب مئير لسنا معنيين بالولد العاشر ولا حتى السابع في العائلات الفقيرة المنحدرة من أصول شرقية، ينبغي أن لا نوجه الطبقات الفقيرة نحو التناسل أو الإكثار من إنجاب الأولاد، بل العكس تحديد النسل لديها .

ولم يكن د. مئير الزعيم الصهيوني الأول الذي أيد فكرة اليوجينيا، فبناء على بحوث أجراها البروفيسور (رفائيل بالك) وهو عالم ومؤرخ في علم الوراثة والطب من الجامعة العبرية فقد طرح مفكرون صهيونيون مركزيون، ومن بينهم د. ماكس نوردوشريك هرتسل، والدكتور آرثور روبين، الذي ترأس فرع المنظمة الصهيونية العالمية في فلسطين الفكرة اليوجينية باعتبارها هدفًا من أهداف ما يسميه الصهاينة حركة الانبعاث القومي اليهودي .

البروفيسورة (مائيرا فايس)، وهي أنثروبولوجية في الطب من الجامعة العبرية، وصفت في كتابها The Chosen Body الكيفية التي نظر بها هؤلاء المفكرون الصهيونيون إلى الاستيطان حيث اعتبروه (دواء يعيد الصحة والعافية للجسد اليهودي الذي تعفن في المنفى) وطبقًا لمفردات نوردو فإن (اليهودية قوية العضلات) يجب أن تحل مكان يهودي المنفى الشاحب النحيف. وكتب روبين في مؤلفه (السوسيولوجيا اليهودية) قائلًا : في الوقت الذي يدعو فيه الكثيرون في أوروبا إلى سياسة اليوجينيا، فإن اليهود لم يساهموا أبدًا في تنقية جنسهم، بل سمحوا لكل طفل، حتى ولو كان سقيمًا معتل الصحة، أن يكبر وينشأ ويتزوج وينجب أطفالًا على شاكلته. حتى المتخلفين عقليًا، والعميان والصم سمح لهم بالزواج .

ولخص روبين فكرته قائلًا : (بغية المحافظة على نقاء العرق اليهودي يجب منع أمثال هؤلاء اليهود من إنجاب الأولاد). وبعض من تناولوا اليوجينيا كمسألة نظرية أقاموا ناديًا يحمل اسم نوردو لبحث الجوانب العرقية للشعب اليهودي وسبل تحسين نوعه ولعل ما ميز هؤلاء أن اليوجينيا كانت بالنسبة لهم شأنًا عمليًا تمامًا إذ سعوا للتطبيق العملي. وكانت المؤسسة الرئيسية التي نشطت في هذا المجال هي (مراكز الاستشارة) وكانت تعتمد على اللين والإقناع والاختيار الحر، بحيث تتولد قناعة ذاتية من قبيل: إذا أدركت أن إنجابي للأولاد سيضر بالمصلحة القومية وببناء البلاد وبنموذج (اليهودي الجديد) فإنني سأمتنع عن الإنجاب .

ولم يكتف مئير بذلك بل أوعز للأطباء العاملين تحت رئاسته إذا جاءتهم امرأة حامل وكان الأرجح أن تنجب طفلًا معتلا ، فمن واجبهم إجهاضها قسرًا . وتؤكد ستولر في بحثها أنه وإن كانت الفكرة قد أسدل الستار عليها رسميًا في المراحل اللاحقة من مشروع بناء إسرائيل إلا أن الممارسات العملية لليوجينيا لم تختف نهائيًا ولا تزال تعبر عن نفسها في النسبة المرتفعة جدًا لفحوصات ما قبل الولادة، كما أن لدى الأمهات اليهوديات حوافز قوية جدًا لإنجاب أطفال أصحاء فقط، فضلًا عن النظرة للشاذ والمعاق Irregular and handicapped والمتخلف في المجتمع الإسرائيلي، لا تزال قاصرة جدًا .

الفصل الثاني: الشيخوخة

يقول الله ﷻ: ﴿ٱللَّهُ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن ضَعْفٍ ثُمَّ جَعَلَ مِنۢ بَعْدِ ضَعْفٍ قُوَّةً ثُمَّ جَعَلَ مِنۢ بَعْدِ قُوَّةٍ ضَعْفًا وَشَيْبَةً يَخْلُقُ مَا يَشَآءُ وَهُوَ ٱلْعَلِيمُ ٱلْقَدِيرُ﴾ [سورة الروم - الآية ٥٤] .

[1] عندما تستمع إلى R.M روز وهو عالم من علماء البيولوجيا التطورية في جامعة كاليفورنيا بمدينة إيرفن تشعر كأنه أب فخور يزهو بأبنائه وهو يتحدث عن حشرات ذبابة الفاكهة Drosophila melanogaster الرائعة التي قام بتربيتها. فقد استطاع عن طريق الإكثار المتتابع لذكور وإناث أعمارها آخذة في الازدياد جيلًا بعد جيل، أن يحصل على رصيد هائل من هذه الحشرة التي يقول عنها: إنها تستطيع أن تعيش نحو ضعف المدة التي تعيشها مثيلاتها العادية التي تربى في المختبرات. وهي كما يتفاخر روز ذبابة فائقة تتميز طيلة عمرها بأنها أصلب عودًا وأقدر على مقاومة الظروف الصعبة، وحتى عندما تتقدم في العمر يكون الكثير منها أقوى من مثيلاتها العادية صغيرة العمر .

وروز له كل الحق في الشعور بالسعادة. فإطالة العمر إطالة كبيرة مع الصحة الجيدة في أي نوع من أنواع الكائنات الحية يعد إنجازًا عظيمًا. وفضلًا عن ذلك فإنه بإنماء أعداد كبيرة من ذباب يفوق المعتاد في قوته، صار روز ومساعدوه قادرون على أن يبدأوا الآن في معرفة الأليلات أو الجينات المغايرة التي قد تكون مسؤولة عن الاختلافات بين هذه الحشرات الفائقة وأقرانها المتواضعة. وقد سبق أن حدد أحد هذه الأليلات تحديدًا دقيقًا .

وتعد أعمال روز على ذبابة الفاكهة جزءًا من جهود أوسع تهدف إلى تفسير لماذا يشيخ البشر أي لماذا يكون حتمًا علينا أن نتدهور ونموت. وتشجع إنجازاته، إضافة إلى

(1) الإجابة مدونة إلى حد كبير في جيناتنا ولكن في أي منها بحث جديد واعد يقترب من حل هذا اللغز - مجلة العلوم.

إنجازات أخرى حديثة في فروع علمية أخرى عديدة، على التفاؤل بأن السؤال الذي كان عصيًا على الاختراق في وقت ما، صار يخضع للبحث والتحليل. وكما يقول R.H. وارنر (من المعهد القومي للشيخوخة): إننا ما زلنا نلتمس الطريق، ولكن في غرفة خافتة الضوء بدلًا من غرفة معتمة تمامًا.

إن عملية شيخوخة يُتحكم فيها داخليًا سوف تؤدي في النهاية إلى الموت حتى في غياب الحوادث والعنف والمرض والعدوى Infection. فإذا كانت هذه العملية الداخلية موجودة فعلًا وأمكن إبطاؤها، فإن هذا الإنجاز سوف يساعد في تأخير أو منع الكثير من أمراض السرطان والقلب وغيرها من العوامل المعجزة والمميتة التي تزداد احتمالات إصابة البالغين بها مع تقدمهم في العمر.

ومن المؤكد أن أي علاج يؤخر الشيخوخة سيعمل ضمنًا على إطالة الحياة، على الرغم من أن قليلًا من العلماء يبدون رغبة في قبول أن فكرة إطالة الحياة لها أولوية في حد ذاتها. ويقول M.S جازونسكي (من المركز الطبي في جامعة لويزيانا الحكومية بمدينة نيوأورلينز): إن الوضع المثالي هو أن تعيش حياة طويلة صحيحة ثم تمضي في عملية انهيار سريع، لتموت وحذاؤك في قدميك، كما يقال في أفلام رعاة البقر.

وقد أصبح روز وغيره من العلماء أكثر ثقة من أن الفهم الكامل للشيخوخة بات وشيكًا، حيث يقول: لقد رأينا مدى سهولة تأخير الشيخوخة في الثمانينيات وهذا ما يجعل المجال الآن مثيرًا جدًا. وفي الحقيقة كانت معظم البيانات المتاحة منذ خمسة عشرة عامًا وصفية وكان الاستثناء الملحوظ هو الدليل على أن التقييد الشعري (الحراري) Cajorie restriction يمكن أن يزيد من أعمار القوارض Rodents وكثير من الحيوانات الأخرى. أما كيف يعمل التقييد الغذائي Diet restriction فما زال أمرًا غير واضح.

بعض نظريات تفسير الشيخوخة:

أولًا: إن الشيخوخة تنجم عن برمجة للوفاة Programming for death ذات

طبيعة وراثية صارمة .

ثانيًا : قد تحدث نتيجة التلف العشوائي Random damage للDNA أو لبعض الإنزيمات المهمة اللازمة لاستمرار الجسم في عمله .

ثالثًا : قد تنجم عن التغيرات في مستوى الهرمونات .

رابعًا : قد تنشأ عن تراجع نشاط جهاز المناعة Immune system .

خامسًا : قد تكون بسبب النشاط الدؤوب للجزيئات ذات الفعالية العالية والمتميزة بقدرتها التدميرية الكامنة وتسمى الشقوق الحرة (الجذور حرة الأوكسجين) Oxygen free radicals .

إن هذا الحشد من الآراء دفع A . كومفورت وهو من الرواد في هذا المجال إلى أن يكتب عام ١٩٧٩ أن دراسة الشيخوخة . . . قد أصابتها النظريات طيلة تاريخها بغموض مخرب Destroyer obscurity وحتى اليوم ما زال إجماع الآراء بعيد المنال، ولكن الباحثين يتفقون على وجه العموم على أنه ليس هناك سبب واحد للشيخوخة . وتشير كثير من الأدلة إلى العديد من العمليات المتوازية والمتآزرة غالبًا والتي يقع كثير منها تحت سيطرة الوراثة والتي تتضافر لضمان حدوث التداعي النهائي .

الطبيعة تفقد اهتمامها:

يتفق عدد من العلماء، بمن فيهم روز، على أن فهم العلة في نشوء الشيخوخة Senility شرط ينبغي أن يسبق تحققه كشف الأسس الفسيولوجية للشيخوخة . ويقول هؤلاء الباحثون إن نظرية التطور تقدم إطارًا ضروريًا لمعرفة كيف يعمل الجسم وكيف يتوقف عن العمل والتعرف على الجينات المعنية بالتحكم في مدة الحياة (العمر) . ويقول روز عن البحوث في الشيخوخة بوجه عام : إن الكيمياء الحيوية لها دور قيم فيما نقوم به من عمل، ولكنها لا تقدم أساسًا فكريًا .

وتقول النظرية التطورية بأن أكثر الأفراد لياقة - أي الذين يؤهلهم خليطهم الخاص

من الأليلات لأن يكونوا أصلح للبقاء والإنجاب في بيئتهم - هم القادرون على إحداث أعظم الأثر في المعين الجيني Gene pool للأجيال القادمة. وسوف يتم اصطفاء التغيرات الوراثية التي تقوي اللياقة (الصلاحية) Fitness كتلك التي تعمل على تمكين الفرد من أن يكون أسرع فرارًا من الخطر، ومن ثم تستبقى لتصبح شائعة بعد بضعة أجيال، وتنتخب هذه السمات الوراثية لأنه من المحتمل بقاء حامليها ووفرة ذراريهم، وبذا يسهمون بأعداد كبيرة من أبنائهم للجيل التالي. وبالمثل، سوف يستبعد الاصطفاء الطبيعي الطفرات التي تؤدي إلى الموت الحتمي قبل أن يتم النضج الجنسي Sexual maturity. وهكذا لن يخلف الأفراد المصابون بتلك الطفرات المميتة ذرية تنقلها للأجيال التالية.

ومنذ أواخر العقد الأول من القرن التاسع عشر، أخذ الكثير من العلماء يؤيدون فكرة أن الشيخوخة تولدت من أن التخلص من الكبار يزيد لياقة الأفراد الصغار، ربما عن طريق تقليل استنزاف الموارد المتاحة، ويقترح هذا السيناريو أن الشيخوخة مبرمجة (كامنة) في جينات هدفها الأوحد إتلاف الكائن الحي. ولكن هذا الرأي يفقد الآن مؤيديه، وتؤكد النظريات أن جينات الشيخوخة التي تسمى أحيانًا Gerontogenes أصبحت مستكنة في الكروموسومات البشرية لأن الاصطفاء الطبيعي لم يستطع منع انتشارها. فالأليلات المؤذية على وجه التحديد تدوم في نوع من الكائنات إذا لم تظهر آثارها الضارة إلا بعد التناسل بوقت طويل.

بل الأسوأ من ذلك، ما اقترحه في الخمسينيات C.G وليامز من جامعة ولاية نيويورك في ستوني بروك، أن الأليلات التي تكون مدمرة في الفترة المتأخرة من الحياة سوف يتم تبنيها إذا استطاعت أن تظهر تحسنًا في اللياقة مهما كان قدره في مستهل الحياة وهذه ازدواجية تعرف باسم التعددية المظهرية المتعارضة Antagonistic pleiotropy، والجينات التي تحدد التعليمات الخاصة بتخليق هرمونات التناسل يمكن أن تكون من بين تلك المجموعة المخاتلة.

ويفترض S. أوستاد (في جامعة هارفارد) أن تزايد احتمال الإصابة بسرطان الثدي

مع تقدم العمر عند النساء، قد يكون مثالًا لهذا: فالتعرض طويل المدى للإستروجين الذي تحتاج إليه النساء للخصوبة يمكن أن يجعل نسيج الثدي عرضة للأورام الخبيثة، وذلك يشبه ما وجده E.C فنش (في جامعة جنوب كاليفورنيا) من أن مجموعة متنوعة من الهرمونات العادية وغيرها من الجزيئات المنظمة Regulator molecules قد تضر بالخلايا والأنسجة التي تؤثر فيها. وينظم كل من المهاد التحتاني (ما تحت المهاد) Hypothalamus والغدة النخامية Pituitary gland وظيفة المبيض، ولكنهما يسهمان أيضًا في شيخوخته في القوارض. وفي الوقت نفسه، يبدو أن المبيض ذاته والذي يبعث بإشارات إلى المهاد التحتاني والغدة النخامية، يسرع من شيخوخة هذين العضوين. ويرى فنش أكثر من ذلك، أن الخصائص البليوتروبية هي دليل على أن الشيخوخة تنشأ إلى حد ما عن نشاط الجهاز العصبي والغدد الصم Endocrine glands وعن التأثرات الحادثة بينهما .

أما الجينات التي تعزز اللياقة المبكرة فليس بالضرورة أن تقوم بتدمير مباشر في مرحلة متأخرة من الحياة لكي تسبب التدهور النهائي Final deterioration. وقد اقترح كل من L.B.T كيركوود من مجلس البحوث الطبي في لندن و G.R كتلر من المعهد القومي للشيخوخة أن طول العمر يحدث لدى جماعة من السكان إذا ما كانت الأجهزة اللازمة لحفظ الجسم لديهم والتي تخضع للتحكم الوراثي، على درجة عالية من الجودة تضمن للكائن أن يحيا ليخلد النوع وإن كانت عاجزة عن الحفاظ على الجسم إلى الأبد.

نظرية الجسد المستهلك:

يعتقد كيركوود أن معظم الحيوانات لا تحتوي على أنظمة حفظ تضمن عدم الفناء، لأن هذا يبدد الطاقة التي يمكن أن توجه بشكل أفضل للتكاثر. وحيث إن المخاطر البيئية يمكن أن تقتل الأفراد خلال فترة معقولة يمكن التنبؤ بها، فإن النوع يجب أن يستثمر طاقاته في أنظمة حماية تضمن له حيوية الشباب لهذه المدة المتوقعة وليس أكثر من ذلك. أما باقي مخزون طاقة الكائن فيمكن أن يستغل في زيادة خصوبته. وعلى نحو ما يحدث

في الصناعة من استثمار القليل في إطالة عمر المنتجات التي لن تستخدم إلا لمدة محدودة، يسمى كيركوود نموذجه نظرية الجسد المستغنى عنه Disposable sama theory . وفي هذه الحالة فإن الخلايا الجسدية Somatic cells هي التي يمكن في النهاية أن تستهلك. وعلى النقيض من ذلك، فإن نسبة من الخلايا الجرثومية Germ cells لا بد أن تحتفظ بالقدرة على إصلاح نفسها على أفضل وجه .

ويقدر كيركوود أن ما قام به الإنسان من استثمارات في حماية الجسد يقدم قدرة دفاعية كافية لتأكيد القوة والحيوية ربما لأربعين عامًا . وهي المدة التي كان من المتوقع لنا أن نعيشها خلال معظم تاريخنا التطوري، وسوف يشمل ذلك الاستثمار بعض القدرة التدعيمية في حالة التلف العرضي، ومن المفترض أننا نقاوم خلال منتصف الحياة وأواخرها بالاعتماد على احتياطياتنا وباستنفاد هذا المعين المؤازر نفقد القدرة على الاستجابة للضغوط البيئية، ثم نموت في النهاية .

وتقدم نظرية الجسد المستهلك دعمًا للافتراضات القائلة بأن الشيخوخة تنتج من تلف تسببه الجزيئات الناتجة في مسار الحياة الطبيعي، شاملة الشقوق الحرة طليقة الأكسجين، وفكرة أن هذه الشقوق تلعب دورًا في الشيخوخة قدمها في منتصف الخمسينيات D. هارمان من جامعة نبراسكا، حيث ذكر أن كثيرًا من التفاعلات البيولوجية Biological reactions يولد أشقاقًا طليقة، ولما كانت هذه الشقوق تحمل إلكترونًا منفردًا فإنها تستطيع أن تؤكسد الـDNA والبروتينات والليبدات وجزيئات أخرى في كل أنحاء الجسم ومن ثم تتلفها. وهي تستطيع أيضًا أن تنتج مزيدًا من الأشقاق والمؤكسدات ذات القرابة بها، مثل فوق أكسيد الهيدروجين، وبالتالي تحفز سلاسل طويلة من النشاط التدميري. وقد اقترح هارمان أن تجمع التلف التأكسدي اللا عكوس في خلايا الجسم وأنسجته قد يسبب الشيخوخة .

ويتسع مفهوم الجسد المستهلك ليشمل اقتراح A. سيرامي بأن الجلوكوز مصدر الوقود الرئيسي لجسم الإنسان، يعتبر عاملًا رئيسيًا آخر في الشيخوخة. وقد أوضح سيرامي الذي يعمل حاليًا في معهد بيكاور Picower للبحوث الطبية في نيويورك أن

الجلوكوز يغير ببطء البروتينات طويلة الأجل مثل الكولاجين فيجعلها تترابط بوصلات مستعرضة فيقيد حركتها وهو يدعو إلى أن هذه الجليكوسيلية Glycosylation (أي ارتباط الجلوكوز بالبروتينات) قد يكون لها دور في التيبس الذي يعتري النسيج الضام Connective tissue وعضلة القلب Cardiac muscle مع مرور الوقت .

[1] وإذا غصنا مع المجهر الإلكتروني إلى داخل الخلايا الهرمة، فإنه سيرينا ترسبات أطلق عليها بعض العلماء اسم أصباغ الشيخوخة، وهي عبارة عن بروتينات وأشباه بروتينات ودهون متأكسدة، تتجمع في خلايا المخ والعضلات وتكسبها لونًا خاصًا وهذه المواد تتشابك أحيانًا لتشكل شبكة على مر الأيام وكأنها خيوط العنكبوت تكبل الخلية وتسير بها إلى النهاية التي لا مفر منها، ألا وهي الموت .

وإذا خرجنا من الخلية إلى رحب الحياة الواسع، نجد أن موت الكائنات هو ضرورة لا بد منها، لتتالى الأجيال، وإلا فلو تصورنا استمرار الحياة في الكائنات الموجودة حاليًا، لانعدمت عناصر الحياة، ولما أتيح للأجيال اللاحقة فرصة الحياة والوجود .

[2] وتبعًا لنموذج الجسد المستهلك فإن هذه العمليات وعمليات البلي الأخرى يمكن أن تشارك جميعها في الشيخوخة إذا فاقت معدلاتها قدرة نظمنا للحماية والإصلاح الخاصة بمكافحتها. ولكن المحك الحقيقي لهذا الرأي وللفرضيات التطورية الأخرى يكمن في التعرف على الجينات وربما المئات منها التي تتحكم فعلًا في الجزيئات التي تحول دون الشيخوخة أو تعجل بحدوثها. وتنشغل مختبرات كثيرة الآن في محاولة عزل بعض من الجينات الأكثر أثرًا .

قابل كثير من الباحثين ومن بينهم روزوجازونسكي وE.T . جونسون من جامعة كولورادو هذا التحدي بالبحث عن الجينات التي يمكن أن تطيل العمر في الكائنات البسيطة نسبيًا، ويقول روز: إن الشيخوخة تعد لغزًا لا يمكن فهمه إلا إذا استطعت مقارنة

(1) د. عبدالمحسن صالح - مجلة الفيصل العدد ١٥ .

(2) الإجابة مدونة إلى حد كبير في جيناتنا ولكن في أي منها بحث جديد واعد يقترب من حل هذا اللغز - مجلة العلوم.

شيخوخة عادية بأخرى مؤجلة، فإن هذا سوف ينبئك بما تفتقده الحيوانات العادية، أما بالنسبة للبشر فإنك لا تجد مجموعات ضابطة Regulator groups .

وبعد أن كون روز ذباب فاكهة شديد التحمل، قارن هو وزملاؤه بين البروتينات التي صنعتها حشرات التجارب والحشرات العادية، وتوصل إلى وجود اختلاف واضح ينتهي إلى أن كثيرًا من الذباب طويل العمر ينتج نسخة ذات نشاط يفوق المعتاد من إنزيم ديسميوتاز السوبر أكسيد Superoxide dismutase المضاد للأكسدة Antioxidation، ويعني هذا أن هذه الحشرات تحوز صورة مغايرة من الجين الخاص بالإنزيم العادي. وبتخصيص أكثر، أنها أنتجت صورة ذات كفاءة عالية من الإنزيم نفسه الذي يوجد في سيتوبلازم الخلايا. وفي ذباب الفاكهة، كما في الإنسان والكائنات الأخرى، تعمل إنزيمات ديسميوتاز السوبر أكسيد على توقي التلف الذي تسببه الأكسدة وذلك بالمساعدة في معادلة شق طليق خطر يسمى السوبر أكسيد الفائق. ويدل هذا التباين الوراثي على أن أحد أسباب الشيخوخة السريعة لذبابة الفاكهة العادية هو أن دفاعاتها المضادة للشق الطلق ليست بفاعلية دفاعات الحشرات التي قاموا بتربيتها لهذا الغرض .

لقد وجد روز وL.J كريفز ومعاونوهما (في إيرفن) أن الذباب طويل العمر أكثر مقاومة للتجويع Starvation لأنه يختزن دهنًا أكثر، وأنه من القوة بمكان حتى أنه ينثر الدهن في كل الاتجاهات عند لمسه ولو بخفة، بالإضافة إلى أنه غير معرض للجفاف بدرجة كبيرة، ويرجع ذلك جزئيًا إلى أنه يختزن كمية كبيرة من الجليكوجين (النشا الحيواني Animal starch) .

ويقول روز: يعد العمل على حشرة الدروسوفيلا تجربة مشجعة لإجراء الشيء نفسه على الفئران. فإننا إذا استطعنا إنتاج فئران طويلة العمر، يمكننا اكتشاف جينات نوعية وإنزيمات وعمليات خلوية لها دور في إطالة العمر، ولما كانت الفئران من الثدييات Mammals فإنها من الناحية الوراثية أقرب من ذبابة الفاكهة إلى الإنسان، ومن ثم فهي جديرة بأن يكون لديها الكثير مما تكشف عنه حيويًا كيف يشيخ البشر، والأرجح أن

تكون البحوث في الفئران أكثر ذخرًا بالمعلومات .

لقد نجح جونسون وزملاؤه في استخدام التربية بالاصطفاء للحصول على صور مختارة طويلة العمر من دودة دقيقة تعيش في التربة تسمى سينورا بديتس إليجانز Caenorhobditis elegans . وقد نجحوا أيضًا في إطالة عمر هذا النوع بإحداث طفرات وراثية عشوائية Random genetical mutations . ويحاول فريق جونسون التعرف على الجينات التي عبرت عن نفسها تعبيرًا متباينًا في المجموعة طويلة العمر والمجموعات العادية، أي أنها انتسخت Transcribed بطريقة متباينة من الـDNA إلى mRNA الذي ترجم بعد ذلك إلى بروتين .

وفي عام ١٩٨٨ قرر جونسون أن طفرة لجين واحد أسماه Oge-1 يمكن أن تزيد متوسط العمر لهذه الدودة بنحو ٧٠٪، ومن المدهش أن هذه الديدان الطافرة تنتج مستويات عالية من مضادات المؤكسدات مثل الإنزيم السيتوبلازمي ديسميوتاز السوبر أكسيد وإنزيم Catalase وهي أكثر مقاومة للآثار السامة لمادة باراكوات Paraquat، التي هي مبيد عشبي يتسبب في تولد شق السوبر أكسيد (الأكسيد الفائق). ويبدو أن الطفرة في الجين Oge-1 تؤدي إلى تثبيطه، وهذا يعني أن البروتين الذي يشفر له ما عاد يصنع، فإذا أدى استبعاد البروتين إلى زيادة إنتاج مضادات المؤكسدات فإنه من الجائز أن البروتين العادي يثبط إنتاج هذه المواد .

لماذا يتعمد كائن ما تثبيط اصطناع مثل هذه المركبات المهمة، يقول جونسون: لا أعتقد أن هدفه هو قتل الدودة عند عمر معين. بل إنه خلافًا لذلك يظن في أن التثبيط قد يكون تأثيرًا غير مرغوب فيه لوظيفة مهمة أخرى لم تكتشف بعد، وبعبارة أخرى ربما تكون البليوتروبية المتعارضة هي التي تعمل .

يأمل جونسون بأنه فور قيامه باستنسال Cloning الجين Oge-1 سيبحث عن نظيره في الفئران. فإذا كانت لدى الفئران قطعة مماثلة من الـDNA فإن جونسون قد يكون في أثر جين معين ربما له أيضًا دور في شيخوخة الإنسان. وجونسون مولع بسطر بعينه من رواية (هكذا تكلم زاراثوستر Thus spoke Zarathustra لكاتبها

فريدريك نيتشه وهو: لقد شققت طريقك من الدودة إلى الإنسان وكثيرًا مما فيك ما زال دودة) وكان يأمل أن تمتد ملاحظات نيتشه حرفيًا إلى وراثيات الشيخوخة، وإن كان متأكدًا من أن أسباب الشيخوخة في الدودة C.elegans قد تكون مختلفة تمامًا عن تلك التي في الإنسان .

ما زال الكثير من الأدلة المؤيدة للشقوق الحرة يعتمد بدرجة أكبر على القرائن والمقارنات، لا على تقديم الأدلة الواضحة المؤسسة على ارتباط المؤثرات بآثارها . فمثلًا، إذا كان حدوث تلف بفعل الشقوق الحرة لم يتم إصلاحه سببًا من أسباب الشيخوخة فإن الحيوانات ذات معدل الأيض العالي High metabolic rate التي تقوم بحرق الأكسجين بدرجة أسرع نسبيًا ستكون أيضًا أسرع إنتاجًا للشقوق الحرة، وبالتالي ربما تكون أعمارها أقصر من تلك الأنواع التي يكون استهلاكها للأكسجين أبطأ. والواقع أن معدل الأيض القاعدي (الأساسي) أي عند الراحة لنوع ما سيتناسب عكسيًا مع متوسط عمره فالفئران، مثلًا معدل أيضها أعلى من معدل أيض البشر وهي نادرًا ما تعيش أكثر من ثلاث سنوات .

ويأتي أكثر البيانات إقناعًا من دراسات الـDNA والبروتين أن هناك دليل غير قوي على أن الـDNA يعتريه بمضي الوقت تلف غير قابل للإصلاح، فمثلًا معظم الجينات النووية التي درست تنتج بروتينات لها تتابعات صحيحة من الأحماض الأمينية. ويقول N.M (من جامعة كاليفورنيا في بركلي): إن الجينات تفعل ذلك على الرغم من أن الـDNA في كل خلية بشرية يتعرض كل يوم لنحو عشرة آلاف ضربة أكسدة. ولكن الدراسات الخاصة بـDNA الميتوكوندريا Mitochondrial DNA تدل على أن تلف الجينات غير القابل للإصلاح يحدث فعلًا في الميتوكوندريا، وهي العضيات التي تعمل كمحطات قوى خلوية .

وقد بدأ الباحثون في فحص DNA الميتوكوندريا (الذي يحدد نوعية نحو اثني عشر بروتينًا لازمًا كما يؤدي إلى قيام الميتوكوندريا بوظائفها)، دفعهم إلى ذلك ما لوحظ من أن قدرة العضيات على توليد الطاقة تقل مع تقدم العمر. ولذلك ساورهم الشك في

أن هجوم الشقوق الحرة على الـDNA يمكن أن يكون سببًا، لأن الميتوكوندريا تعد المصدر الأكبر للشقوق الحرة في الجسم، وأن DNA الميتوكوندريا على وجه الخصوص قابل للتلف التأكسدي. والواقع أن معدل أكسدة الـDNA في الميتوكوندريا أعلى مما في النواة لأن البروتينات الهستونية التي ترتبط بالحامض النووي (DNA النواة) تحميه، هذا فضلًا عن أن الجينات الخاصة بالميتوكوندريا لا تحظى إلا بحد أدنى من حماية الإنزيمات. كما وجد A.J.K ديفيز (من كلية الباني الطبية) حديثًا أن القطع المؤكسدة من DNA نواة الخلية تستبدل وتحل مكانها قطعًا جديدة.

وقد أبرزت هذه الملاحظات احتمال أن الهجوم المؤكسد على DNA الميتوكوندريا يمكن أن يتدخل تدخلًا بطيئًا في وظائف الميتوكوندريا لدى الأسوياء المتقدمين في السن وعندما تضار كمية كافية من العضيات ضررًا شديدًا تصبح الخلايا التي تحويها بحاجة ماسة إلى الطاقة، وعندما يتلف عدد كاف من الخلايا في عضو ما، تضمحل وظيفته.

ويتفق مع هذا المشهد ما أفاد به A.G كورتوياسي وN أرنهيم (من جامعة جنوب كاليفورنيا) عام ١٩٩٠ من أن DNA الميتوكوندريا في خلايا القلب والمخ في كبار السن يحمل عيبًا لا يوجد في الأنسجة الجنينية Embryonic tissues، وطبقًا لرأي C.D والاس (من مدرسة إيموري الجامعية الطبية)، يبدو محتملًا أن عددًا يعتد به من جزيئات DNA الميتوكوندريا قد تكون تالفة في كبار السن ويخمن والاس أيضًا أن بعض الأمراض المزمنة Chronic diseases الشائعة في السن المتقدمة قد تكون متعلقة بالفشل الميتوكوندري وتشمل: أمراض الداء السكري المتأخر وباركنسون والزهايمر، ويقول كتلر: إن المحير أنك ما زلت تسأل: أين الدليل على أن هذه التغيرات تحدث أية متاعب؟ فلا تجد الجواب، بيد أن الباحثين في البروتينات قد يكون عندهم بعض من البرهان الذي يبحث عنه كتلر.

وفي أواخر الثمانينيات استطاع الباحثون تطوير تقنية قياس مجموعات الكربونيل وهي نتاج عادي لأكسدة البروتين، وقد أظهرت القياسات أن كمية البروتينات المؤكسدة

في مختلف أنواع خلايا الإنسان تزداد باطراد ازديادًا أسيًّا مع تقدم عمر المعطى للمادة المفحوصة، وقد أمكن أيضًا الحصول على براهين قاطعة من فحص أرومات ليفية Fibroblasts (وهي الخلايا التي تنتج الكولاجين وبعض مكونات النسيج الضام الأخرى) مأخوذة من مرضى بعلل وراثية نادرة تسبب الشيخوخة المبكرة، أن الذين يعانون الشياخ ومتلازمة فيرنر Werner's syndrome يظهرون مستويات أعلى كثيرًا من مجموعات الكربونيل من تلك الموجودة في الأفراد الأسوياء من العمر نفسه. وعلى أساس هذه النتائج ذكر R.E ستادتمان (من المعهد الوطني للقلب والرئة والدم) أن ما يبلغ نصف البروتينات والتي تتضمن الكثير من الإنزيمات قد تتلف بالأكسدة في الأفراد كبار السن ومن ثم تصبح عاطلة عن أداء وظائفها، ويضيف ستادتمان إنه يكاد يكون مؤكدًا أن هذه الدرجة من الأكسدة تعمل على ظهور الشيخوخة. ثم يقول بإصرار أنه من غير المقبول أن نصدق أنه يمكننا أن نفقد ٥٠٪ من نشاط إنزيماتنا دون أن يكون لهذا تأثيرًا ضارًّا في عمليات الأيض.

وفي عام ١٩٩١ قدم M.J كارني ومعاونوه (من مركز كنتكي الطبي) أول دليل مباشر على أن هجوم الشقوق الحرة على البروتينات يفسد الوظائف الفسيولوجية لها، كما أظهروا أن مستوى البروتين المؤكسد في المخ يزداد مع زيادة عمر الجربيل Gerbil (العضل) والعضل هو حيوان من فصيلة الفأر، وأن معاملته بالمركب فينيل بيوتيل نيترون Phenyl butyl nitrone الأكسدة إلى مستويات الشباب.

وقد توصل ستادتمان وآخرون إلى أدلة تثبت أن البروتينات المؤكسدة غير الفعالة تتراكم في الخلايا لانخفاض قدرة الجسم على تحليلها. وقد ذكر ديفيز أنه قد تبين أن نظم إصلاح خلوية أخرى يبدو أنها تفسد بمضي الوقت أو أنها تصير غير قادرة على الاستجابة بقوة لضغوط الأكسدة.

وهكذا تدعم بيانات الشقوق الحرة احتمال أننا نشيخ بسبب عدم القدرة على الانسجام تمامًا مع البلى بالاستعمال وليس لأن كروموسوماتنا مبرمجة لقتلنا، ولكن فكرة وجود برنامج معين يؤدي للوفاة لم تؤسد الثرى بعد.

شيخوخة الخلايا في المختبر:

يركز البحث في هذا الاتجاه على استقصاءات في مزارع خلايا بشرية. وكان يعتقد في الخمسينيات أن الخلايا البشرية القادرة على التكاثر في الجسم تستطيع أن تتناسخ في المزارع الخلوية Cellular culture بلا نهاية. ولو كان هذا صحيحًا لدل ذلك على أن البشر يشيخون ويموتون ليس بسبب برنامج داخلي لتحلل خلاياهم، ولكن بسبب عمليات تنشأ خارج الخلايا عند مستوى عال من التنظيم الفسيولوجي. وقد تداعت هذه المعتقدات عام ١٩٦١ عندما قرر I هايفليك وS.P مورهيد (اللذان كانا حينذاك في معهد وستار): أن تجمعات الأرومات الليفية المأخوذة من جنين حديث يمكن أن تتضاعف (نحو ٥٠ مرة).

ومنذ ذلك الوقت تم التأكد من وجود ما يسمى بحد هايفليك Hayflick limit، ومن ثم فإن التحليلات في سبب توقف الخلايا البشرية عن التكاثر في مزارعها قد تقدم الدليل على انهيار الكائن ككل، وبفهمنا لماذا تتوقف الخلايا عن التكاثر قد يمكننا من فهم بعض الأمور عن الشيخوخة، هذا ما قاله R.J (من كلية بايلور الطبية)، ولكنه أضاف قائلًا: إني أعتقد أن الأمر سيكون أكثر صعوبة لفهم الشيخوخة في الفرد السوي من البشر.

واحتمال أن شيخوخة الخلايا في المختبر تتعلق بشيخوخة الجسم قد اكتسب دعمًا من العديد من الاكتشافات. فقد اتضح أن المقدرة على التضاعف تنحدر باطراد مع سن واهبي الخلايا. وبالمثل فإن الأرومات الليفية من المرضى الذين ابتلوا بمتلازمة فيرنر لا تستطيع التناسخ عدد مرات تناسخ خلايا مأخوذة من إنسان عادي وفي نفس السن، وكذلك كما أن كل طرز الخلايا البشرية التي تمت دراستها حتى الآن ذات حدود خاصة لتكاثرها في مزارع الخلايا.

وقد عرف الباحثون في السنوات الأخيرة أن الجينات التي تتغير تأثيراتها بانتظام مع فقدان الأرومات الليفية لقدرتها على التضاعف في المزارع تمامًا كما هو متوقع فيما لو

كان لديها برنامج جيني يؤدي إلى الشيخوخة، ولدى الباحثين دليل على وجود جينات في الكروموسومين ١، ٤ تسهم في هذا الفقد لقدرة التضاعف، كما ذكرت J كمبيسي (التي تعمل حاليًا في مختبر لورنس بركلي) أن تعطيل عمل الجين C- fos يؤدي إلى فشل خلايا الأرومات الليفية نهائيًا في مضاعفة حمضها النووي (DNA) ومن ثم تفقد قدرتها على الانقسام.

وأحد احتمالات حدوث الشيخوخة أيضًا هو قصر القطع الطرفية Telomeres أي الامتدادات الطويلة من الـDNA التي تغطي نهايتي كل كروموسوم وتحميها من التآكل Erosion، حيث وجد B.C هارلي (من جامعة ماك ماسترفي أونتاريو) وW.C كريدر (من مختبر كولد سبرنك هاربور) وزملاؤهما أن طول القطع الطرفية يتناقص باطراد في الخلايا الجسدية التي تتضاعف في الجسم، كما أن خلايا الأرومات الليفية في المزارع تتناقص كذلك أثناء شيخوختها. وفضلًا عن ذلك فإن إحلال القطعة الطرفية ينبئ بقدرة الخلايا على الانقسام أكثر من دلالة سن معطي الخلايا.

ومن المفترض أن القصر يحدث بسبب وجود عيب في الآلية المسؤولة عن تضاعف الـDNA أثناء انقسام الخلية، إنها تزيل جزءًا بسيطًا من نهاية كل نسخة جديدة تصنعها من DNA. انظر, (The human telomere) by Robert K.Moyzis, scientific August 1991. وتعني هذه النتائج أن القطع الطرفية يمكن اعتبارها الساعة التي تحدد فقد القدرة التكاثرية للخلايا. ومما يثير الاهتمام أن هارلي وكريدر قررا أن طول القطعة الطرفية يبقى كما هو، بل ربما ازداد زيادة بسيطة في الحيوان المنوي وفي الخلايا المتحولة أو الخالدة Immortal التي لا تموت، وهذا البقاء قد يساعدنا في تفسير عدم فقد الخلايا الجرثومية Germ cells السوية أو الخلايا السرطانية قدرتها على التضاعف.

وهكذا نستطيع أن نقيم الحجة على أن الجسم يتحلل Degenerate عندما تفقد الأعضاء قدرتها على تعويض Compensation الخلايا التالفة. ومن ناحية أخرى، يرد النقاد بأن الإنسان لا يموت بسبب كف خلايا الأرومات الليفية عن التضاعف، حيث

إن الخلايا عادة ما تنقسم انقسامات عديدة عندما يتعرض مالكها إلى الفناء. ويضيف المتشككون إلى أن دراسات شيخوخة التضاعف لا يمكن أن تلقي الكثير من الضوء على العمليات المؤدية لتدهور الخلايا التي لا تنقسم، وأبرزها الخلايا العصبية وخلايا عضلة القلب .

ويقول روز أنه ما زال على العلماء أن يبينوا أن نتائجهم لم تكشف أي شيء حول كيفية شيخوخة الإنسان. ويضيف أن علماء الخلية لو كانوا قد اكتشفوا أي شيء مهم عن شيخوخة الكائنات الحية لكانوا قادرين على استثمار نتائجهم في تأجيل الشيخوخة، ولكنهم لم يفعلوا ذلك قط بعد مرور ٣٠ عامًا من الدراسة والبحث .

ويظن سميث أن هذه الانتقادات غير عادلة حيث إن التغيرات الوراثية التي شوهدت في خلايا الأرومات الليفية تمثل وجهًا واحدًا فقط من عملية الشيخوخة، ولكن لهذا الوجه الواحد دلالاته الكامنة. ويضيف لعل ما يحدث هو وجود مناطق محلية لا تعمل فيها الخلايا بكفاءة ولا يمكن استبدالها، وهو يستدل على ذلك بخلايا البطانة الداخلية للأوعية الدموية التي إذا فقدت قدرتها على التكاثر في منطقة صغيرة من الوعاء الدموي Blood vessel فنيت أو صارت عاجزة عن أداء وظيفتها، وهذا قد يؤدي لعمليات تنتهي بتصلب الشرايين Atherosclerosis، ويضيف سميث يبدو أن فقد القدرة على التكاثر مشكلة في جهاز المناعة .

يتساءل سميث قائلًا : أنا غير متأكد أننا نموت بسبب شيء واحد محدد، ولكنني أعتقد أن فقد قدرة الخلايا على التكاثر قد يكون عاملًا له سهم مشارك مهم، ويوافق على ذلك G.V كريستوفالو (من الكلية الطبية في بنسلفانيا) وأحد كبار المدافعين عن الدراسات التي تجري خارج الجسم في المختبر. ففي محاضرة له في مؤتمر عن البيولوجيا الجزيئية للشيخوخة، أشار إلى أن الخلايا التي تشيخ في المزارع تبدو مشابهة للخلايا التي تشيخ في الجسم. وهو يؤكد قائلًا : إنه إضافة إلى فقد تلك الخلايا قدرتها التكاثرية تصبح أكبر حجمًا وتظهر تغيرات في بنيان نواها ثم قال: إنني سوف أكون في موقف صعب، لو أخذت أقيم الحجج على أن الخلايا لا تعمل شيئًا غير أنها تشيخ وفق

أي تعريف نعتمده للشيخوخة .

كيف يمكن للباحثين التوفيق بين النتائج الخاصة بخلايا الأرومات الليفية مع النظرية التطورية Evolutionary theory حيث يرى كثير من الباحثين ومن بينهم سميث أن الحد من القدرة التكاثرية Reproductive potentiality قد يكون ناتجًا ليس من برنامج خاص بالموت ولكن كوسيلة للدفاع ضد السرطان، وبناءً على هذا قد تكون القدرة عل التكاثر مثالًا آخر للبليوتروبية المتعارضة Antagonistic pleiotropy والبرنامج الذي يساعدنا على مقاومة السرطان يحول في الوقت نفسه دون الخلود. وبالرغم من أن كثيرًا من الناس يصابون بالسرطان فإن المقاومة المستقرة في داخل أجسامنا تجعلنا أقل عرضة للأورام من الكثير من الحيوانات .

بحث عن نظرية موحدة:

على الرغم من التقدم الهائل الذي أحرزه الباحثون في دراساتهم على الخلايا المزروعة، وفي الشقوق الحرة وفي الجينات المحددة لطول العمر وفي غيرها من السبل الواعدة، فإن شيخوخة البشر ما زالت كصندوق أسود. ومما يزيد الأمر اختلاطًا وغموضًا أن التغيرات المتعلقة بالعمر لا تحدث في الواقع بصورة مطردة، سواء بين الأفراد الذين يختلفون في قابليتهم للإصابة بعلل خاصة وفي تعرضهم للضغوط البيئية أو بين الخلايا. وكما يقول فنش: والمغزى الأكبر هو مدى الاصطفائية الملحوظ الذي تبلغه تغيرات عمرية معينة عند المستويات الجزيئية والخلوية والعضوية في نوع ما من أنواع الخلايا .

ومع ذلك يعتقد فنش أن الموقف سوف ينجلي عن رؤية واضحة لعملية الشيخوخة حيث يقول: أما أنا فحدسي الداخلي أنه في غضون العشرين إلى الثلاثين سنة المقبلة سوف تبدع دراسة آليات الشيخوخة فهمًا متناميًا يربط بين المقاربات البيولوجية الطبية المنفصلة عن بعضها حتى حينه .

ومن أكثر الأطراف أملًا بعض المستثمرين الذين يدعمون تطوير عقاقير وعلاجات

جديدة قد تكون معادلة لينبوع الشباب، أو هي على الأقل في الوقت الحاضر ينابيع جزئية فمثلًا : تستثمر مؤسسات جديدة المركب Phenyl Butyl Nitrone (PBN) ومختلف أنواع إنزيم Superoxide dismutase في علاج مختلف الاضطرابات الشائعة عند تقدم السن .

[1] ستة جينات تقود المنظومة الدفاعية Defensive system ضد الأمراض والشيخوخة :

عندما تشتري سيارة وتريد الوقوف على حالتها فإن تاريخ الإنتاج وعدد الكيلومترات التي قطعتها يعطيك فكرة جيدة عن حالتها. بنفس الطريقة يعتبر عمر الإنسان مؤشرًا على حالته الصحية. إلا أن هذه النظرة التقليدية تغيرت بسبب ثورة الاكتشافات الجينية. باختصار سيتم الحكم على صحة الإنسان بعدد ومدى كفاءة الجينات Gene efficiency المسؤولة عن عمل جهاز المناعة وأنظمة الدفاع ضد الأمراض وليس بتاريخ ميلاده. وللآن فإن عدد الجينات الدفاعية التي اكتشفت محدودة للغاية ويسعى العلماء لفهم طريقة تطورها ومفاتيح عملها بهدف تأخير الشيخوخة وإطالة عمر الإنسان .

ويؤكد بعض العلماء أن الجينات هي الأصل في المنظومة الدفاعية داخل الجسم وأنها مسؤولة عن كل شيء ابتداءً من مقاومة البكتيريا والفيروسات حتى تجاوز المشاكل والأزمات، وكانت هناك نظرية تقول: أن الكائن الحي عندما يكتمل نضجه تبدأ جينات الشيخوخة في إضعافه وتسوقه ببطء إلى الموت. إلا أن هذه النظرية لم تعد صالحة الآن وحلت محلها نظرية أخرى تقول: أن الشيخوخة تحدث بسبب ضعف منظومة الدفاع وآليات المقاومة التي أساسها الجينات. ويقول العلماء إن هذه الجينات في حالة احتفاظها بقدرتها ونشاطها لفترة طويلة فإنها يمكن أن تتسبب في تحسن كبير في صحة الكائن الحي وبالتالي إطالة عمره .

---

(1) عداد جديد لعمر الإنسان- جريدة الأخبار - علوم وتكنولوجيا- الأحد ٢٠٠٦/٣/١٢ - العدد ١٦٨١٣- السنة ٥٤ .

ظهرت الفكرة منذ ١٥ عامًا وتركزت أبحاث العلماء على تحديد الجين أو الجينات المتحكمة في أنظمة الدفاع لتحويلها إلى أسلحة ضد الأمراض والشيخوخة. واكتشف العلماء مجموعة من الجينات الدفاعية، أهمها ست جينات أطلقوا عليها أسماء: داف٢، بيت١ ، كلك١ ، بي٦٦ ،إس إتش سي وسير٢ .

وبعد هذه الاكتشافات دخلت الفكرة مؤخرًا مرحلة التجارب المعملية على الكائنات الحية ابتداءً من فطر الخميرة Saccharomyces cerevisiae وحتى الإنسان. وتركزت أغلب الدراسات على الجين سير٢ وأليلاته الموجودة في كل الكائنات الحية. وأثبتت دراسة أجراها مؤخرًا الباحثان ديفيد سينكلير وليني جوارانتي أن وجود نسخ إضافية من هذا الجين يطيل عمر الكائنات الحية مثل الخميرة وذبابة الفاكهة والديدان. ويقول الباحثان أنهما يعدان الآن لإجراء نفس التجارب على الحيوانات الأكبر حجمًا مثل الفئران، وكان سير٢ أحد أول جينات المقاومة التي تم اكتشافها لذلك فإن خصائصه معروفة على أفضل وجه .

وأعرب الباحثان عن اعتقادهما بأن سير٢ قد يكون المنظم الرئيسي لأنظمة الدفاع عن الجسم. وتقاس الشيخوخة في هذا الفطر، بعدد مرات انقسام الخلايا الأم فيه قبل أن تموت. وبعد زيادة نسخ هذا الجين في الخميرة زاد عدد مرات انقسام الخلايا بشكل ملحوظ عن العدد المعتاد وهو ٢٠ انقسامًا .

[1] تمكن فريق من العلماء الأمريكيين من جامعة إيلينوي من تحديد الجين المسؤول عن إصابة الإنسان بأمراض الشيخوخة مثل التهاب المفاصل ومرض الزهايمر وأمراض القلب والسرطان، حيث يعمل هذا الجين على وقف الخلايا من الاستمرار في عملية الانقسام بعد عدد محدد منها ، مما يشكل التطور الطبيعي للشيخوخة. وقد أطلقوا على هذا الجين اسم بي٢١ ، وهذا الجين يعرقل عمل نحو ٤٠ جينًا لها علاقة بانقسام الخلية وتكون نواتها ، كما يحفز عمل بعض الجينات مما يؤدي إلى إنتاج بروتينات ذات صلة

(1) العلماء يضعون يدهم على سبب أمراض الشيخوخة - BBC online- ٢٠٠٠/٤/١٢ .

بأمراض الشيخوخة كالتي تترسب في أدمغة Cerebrums المصابين بمرض الزهايمر .

ويتوقع البحث المنشور في مجلة الأكاديمية الوطنية للعلوم إمكانية تصنيع عقار لتحوير عمل ذلك الجين فيصبح له أثر على طيف واسع Wide spectrum من الأمراض المرتبطة بالعمر . ولا يعني هذا البحث أن العلماء توصلوا لوضع حد لعلاج أمراض الشيخوخة ، لكنه يمثل اكتشافًا مهمًا للكيفية التي تبدأ بها وظائف جسم الإنسان بالانهيار مع التقدم في العمر .

[1] صاحب التحسن الكبير في الرعاية الصحية Health care في العالم ازدياد عدد المسنين في المجتمع حيث يتوقع الخبراء أن يكون ٢٠٪ من سكان العالم عام ٢٠٣٠ من المسنين فوق ٦٥ سنة . ولا يجب النظر للشيخوخة كمرض ولكن كعملية طبيعية تشمل التغير التدريجي في الشكل والوظيفة والقدرة على تحمل الضغوط ، وهذا التغير يبدأ من التدهور المتدرج Graduated falling الذي يحدث من قمة النضج البدني والصحي في العقد الثالث من العمر ، ولسوء الحظ تبدأ التغيرات الفسيولوجية المتعلقة بالسن مبكرة عما نتصور .

ومن علامات الشيخوخة:

١- قصر القامة .

٢- انخفاض في المحتوى العضلي للجسم .

٣- الشعر الأبيض وتجاعيد البشرة .

٤- ضعف التناسق العضلي الحركي .

٥- سن اليأس عند النساء .

٦- نقص الخصوبة عند الرجال Decrease of fertility .

---

(1) د. محمود قناوي-الشيخوخة ومشاكل المسنين الحركية- Sehha. Comm -٨/ ١٢/ ٢٠٠٦ .

٧- فقد الأسنان .

ويصاحب ذلك عوامل نفسية واجتماعية مثل :

أ- ضعف التقدير للذات .

ب- ضعف الرغبة في العمل .

جـ- الاكتئاب Depression والوحدة .

د- ضعف المصادر المالية .

ويبدأ قوام المسن وانحناءات ظهره الطبيعية في التدهور مع تقدم السن حيث تتحرك الرأس للأمام، ويزيد انحناء الفقرات الصدرية، يختفي الانحناء الأمامي للفقرات القطنية ويصبح العمود الفقري Vertebral column على شكل حرف C، تبدأ الركبتين في الانثناء، وكل هذه الأوضاع الخاطئة تغير من ميكانيكية أجزاء الجسم وتؤدي إلى آلام واستهلاك زائد للطاقة .

التغيرات العضلية مع تقدم السن:

يبدأ الشخص بعد سن الثلاثين في فقد من ٣ - ٥٪ من المحتوى العضلي كل عشر سنوات مع زيادة أكبر بعد سن الستين ويمكن أن تصل إلى ٣٠٪ كل عشر سنوات بعد سن السبعين، وأكثر الضعف يكون في عضلات الجذع والساقين وهي العضلات الهامة لكل أنشطتنا الحركية .

أسباب نقص المرونة مع تقدم السن:

أولًا : تزداد الروابط البينية في الكولاجين بشكل مكثف وهو البروتين الموجود في الأنسجة ويسمح باستطالتها مما يعيق قابلية النسيج للتمدد والاستطالة Elongation .

ثانيًا : نقص بروتين الألستين مما يؤدي إلى ضعف خاصية رجوع الأنسجة لوضعها الطبيعي بعد الشد .

ثالثًا : قلة حركة المسن مما يزيد من نقص المرونة Flexibility .

كل هذه العوامل تؤثر على حركة المسن وتعوقها خاصة في منطقة الرقبة والجذع والحوض، وتؤدى أيضًا إلى تهديد توازنه. ومع تقدم السن يقل سمك غضاريف المفاصل وتتآكل وتصبح حركتها مؤلمة.

[1] أجرى الباحثون بجامعة تكساس تجارب على ١٥٥٨ شخصًا من كبار السن ظهر من خلالها :

أ- أن السلوك الإيجابي Positive behavior للمسن قد يؤثر بشكل مباشر على صحته عن طريق تغيير التوازن الكيميائي Chemical balance في الجسم وبالتالي تأجيل مراحل الشيخوخة .

ب- أن الأشخاص الذين ينظرون إلى الحياة بنظرة يملأها الأمل يتأخر عندهم ظهور علامات الهرم مقارنة بالمتشائمين.

جـ- إن العوامل النفسية بالإضافة إلى الجينات والصحة البدنية، تلعب مجتمعة دورًا في تحديد مدى سرعة بلوغ سن الشيخوخة .

قال الدكتور (جلين أوستير) قائد فريق البحث: أعتقد أن هناك علاقة بين العقل والجسم حيث إن أفكارنا وسلوكنا ومشاعرنا تؤثر على الوظائف البدنية وعلى الصحة بشكل عام، إما عن طريق آليات مباشرة مثل وظائف جهاز المناعة أو عن طريق آليات غير مباشرة مثل شبكات الدعم الاجتماعية. وقال الباحثون إن دراستهم تشير إلى أنه إذا تم التعامل مع كبار السن على أنهم أعضاء فاعلون في المجتمع فإنهم سيكونون كذلك .

(1) السلوك الإيجابي يؤخر أعراض الشيخوخة- شبكة الأخبار الإيجابية - PNNA Arabic.com .

الباب التاسع

الإخصاب الصناعي

الفصل الأول: الإخصاب الصناعي خارج الرحم

In- Vitro fertilization (IVF)

إن كل إنسان يؤمن بقدسية الحياة، إذ توجد فيها أسرار وعجائب يمكن أن تثير رهبتنا وتشعرنا بالتواضع، ويبدو أنه من المستحيل أن نفهم كل هذه الأسرار. ومع ذلك، كلما تعلمنا أكثر عن آليات الحياة، اختفت بعض أسرارها، فقد كشفنا كيف نخضع الكائنات الحية لنفس قوانين الطبيعة، وفي اللحظة التي سيطرنا فيها على عالمنا الفيزيائي، تعلمنا كيف نتحكم في عالمنا البيولوجي. فنحن نصنع أطفال الأنابيب ونغير تركيبنا الوراثي، ونخترع أعضاء صناعية لأجسادنا ونحول عقولنا ونطيل أعمارنا. وربما نكتشف أننا نستطيع تخليق الحياة نفسها. إن الثورة البيولوجية لن تغير ذواتنا الفسيولوجية فقط، وإنما تستطيع تغيير طريقة تفكيرنا في أنفسنا وفي الآخرين (Life manipulation D.G.Lygere).

[1] يقصد بالتلقيح الصناعي خارج الرحم إضافة الحيوانات المنوية بعد تنقيتها وتركيزها في المختبر إلى البويضة خارج الرحم. وهذا الإجراء يجب أن يتم في وقت إباضة Ovulation المرأة والذي يحدده الطبيب عن طريق جهاز الموجات فوق الصوتية المهبلي Vaginal ultrasound .

الأسباب التي تستدعي إجراء التلقيح الصناعي خارج الرحم (أطفال الأنابيب Tube babies):

١- مرض البطانة الرحمية Endometriosis .

(١) التلقيح الصناعي أو الإخصاب داخل أو خارج الرحم - Gabib.com- ١٤٢٦/٤/١٩ هـ .

٢- عدم انتظام عملية التبويض عند المرأة .

٣- وجود خلل في السائل المنوي Spermatic fluid .

٤- وجود مشاكل في عنق الرحم Cervix منها المادة المخاطية التي تعيق مرور الحيوان المنوي إذا كانت كثيفة بصورة غير طبيعية. وكذلك وجود الأجسام المضادة للسائل المنوي Antisperm antibodies، حيث إن الرحم أكثر أعضاء الجهاز التناسلي Reproductive system للمرأة قابلية لتكوين الأجسام المضادة .

٥- العقم Sterility الذي لا يوجد له سبب واضح .

٦- في بعض السيدات تكون قناتا فالوب Fallopian tubes مفتوحتين وسليمتين ومع ذلك لا يحدث الحمل Pregnancy أو مغلقتين ولا تسمح للحيوانات المنوية بالوصول إلى البويضة لإخصابها .

٧- عندما يكون عمر السيدة بين ٣٥- ٤٠ سنة لتمكنها من الحصول على طفل حيث تكون فترة التجربة أمامها قصيرة الأمد .

(1) التلقيح المجهري Microscopic fertilization هو اطفال الأنابيب ويجري كالآتي:

أ- حث المبيض بواسطة الهرمونات لإنتاج أكبر عدد ممكن من البويضات .

ب- رصد البويضات بواسطة جهاز الموجات فوق الصوتية المهبلي لتحديد حجم وعدد البويضات الصالحة .

جـ- ينظف المهبل بمادة معقمة ليتم سحب البويضات وذلك بعد ٣٢ - ٣٦ ساعة من أخذ هرمون H.C.G .

د- يتم إدخال جهاز Ultrasound إلى المهبل لسحب البويضات تدريجيًا من

(1) د. مها - ما الفرق بين التلقيح الصناعي والمجهري وأطفال الأنابيب- Sehha.com - ٢٠٠٦/١٢/١ .

المبيض بواسطة الطبيب المعالج، ويجب أن تكون المثانة فارغة أثناء إجراء هذه العملية .

هـ- يرسل سائل جميع الحويصلات Vesicles إلى المختبر للتأكد من وجود البويضات وعددها ويتم إجراء اللازم لها .

و- تؤخذ عينة من السائل المنوي في نفس يوم جمع البويضات ويحضر هذا السائل وذلك بفصل الحيوانات المنوية الجيدة ووضعها في سائل خاص يساعدها على الحركة، وربما تضاف بعض الأدوية التي تزيد من نشاطها .

ل- توضع البويضات بعد جمعها في المحيط أو الوسط الخاص بها ثم يضاف حوالي ١٠٠٠٠٠ حيوان منوي لكل بويضة في طبق خاص، وتتراوح فترة الحضانة من ٤ - ٢٤ ساعة، حسب درجة النضج، ثم تفحص بالميكروسكوب في اليوم التالي للإخصاب .

م- يتم نقل الأجنة Embryo transfer عادة بعد يومين إلى خمسة أيام من إجراء عملية الإخصاب، ويكون عددها ثلاثة عادة وذلك عن طريق إدخال أنبوب Catheter خلال عنق الرحم، ثم توضع الأجنة في تجويف الرحم وتعطى السيدة الأدوية التي تساعد على تثبيت الأجنة .

[1] اختيار جنس المولود بطريقتين:

الطريقة الأولى:

هي عزل الحيوان المنوي الذكري (Y) عن الحيوان الأنثوي (X) وعلى أساس محتوى الـDNA لكل منهما باستخدام الكمبيوتر والتي تختلف بحوالي ٢,٨٪ للحيوانات الذكرية عن الأنثوية . ثم يجرى الحقن المجهري للبويضة بالحيوان المنوي الحامل للجنس المرغوب فيه . وتسمى هذه الطريقة Flow cytometry/ cell sorting، وتجرى هذه الطريقة حاليًا بشكل محدود جدًا في العالم وبنسبة نجاح تصل إلى ٩٧٪ .

---

(1) د. نجيب ليوس - الطريق الصحيح لتشخيص وعلاج العقم .

الطريقة الثانية:

وهي الطريقة الأكثر انتشارًا وضمانًا وهي المرتبطة بأطفال الأنابيب Tube babies، ونسبة نجاحها تبلغ ٩٩٪، ويتم فيها دراسة كروموسومات الأجنة سواء كانت (XX) أو (XY) ثم إرجاع الجنس المرغوب فيه إلى رحم المرأة .

[1] منذ حوالي ٥ سنوات ونصف السنة تحسنت أساليب التخصيب وأصبحت من أبرز الميادين التي يفخر بها الطب، والطريقة التي أعتبرت في الأساس فرصة أخيرة للنساء غير القابلات للإخصاب باتت تواجه شيئًا من الحذر في معالجة مجموعة متزايدة من مشاكل العقم بما فيها العقم لدى الذكور .

بل إن عددًا من الباحثين أخذوا يطرقون بشدة على أبواب محاولات جديدة مثيرة للجدل مثل تجميد الأجنة المخصبة Freezing of fertilized embryos ونقل البويضة من امرأة إلى أخرى واستخدام السائل المنوي المتبرع به من أجل الإخصاب. وقد أخذ القلق والعصبية يساوران بعض الرواد في هذا الميدان إلى درجة أن بعض الأسماء الكبيرة كررت الدعوة خلال المؤتمر العالمي الذي عقد في كارميل بكاليفورنيا مؤخرًا حول تكنولوجيا الإخصاب إلى وضع أسس وقواعد رسمية لهذه التكنولوجيا .

وقال الدكتور باتريك ستيبتو طبيب أمراض النساء البريطاني الذي طور الأسلوب مع زميله الدكتور روبرت إدوادز، مما أدى إلى ولادة لويزا براون (٢٥ تموز ١٩٧٨) : إن هناك حاجة صارخة إلى وضع إطار لآداب وأخلاقيات هذا الميدان، إن كل مؤسسة تجري العملية المذكورة يجب أن يكون لديها لجنة آداب خاصة. وأضاف إن الخطر الأكبر هو أن يدعي البعض المعرفة دون أن يكونوا مؤهلين لذلك .

ويقول الدكتور إيان جونسون من جامعة مالبورن في أستراليا وهو أحد الباحثين الرواد: إن تقنية الإخصاب الأنبوبي لا تزال في مرحلة التطوير وتحتاج إلى كثير من

(1) أطفال الأنابيب- مشكلة أخلاقيات، أمهات بالوكالة. . . . وأجنة بالتوكيل - جريدة الوطن .

الأبحاث .

ويقول أحد الأطباء المتخصصين إنه تجرى دراسات لنقل بويضة ملقحة من امرأة إلى رحم امرأة أخرى. ويضيف فور أن نشعر بالاطمئنان لن نتردد عن استخدام رحم بديل لامرأة لا رحم لها أو لها رحم ولكنها غير قادرة على الحمل. إن عملية أخذ بويضة من امرأة وتخصيبها في مختبر ثم نقل هذه البويضة إلى رحم امرأة أخرى لهي عملية شديدة الصعوبة والتعقيد .

إن فريق الأطباء الوحيد الذي قيل أنه حاول إجراء عملية نقل البويضة من امرأة إلى أخرى هو فريق الدكتور ألن ترونسون من جامعة موناش بملبورن، حيث حاول وضع البويضات الفائضة **Superabundant ovules** المأخوذة من النساء في برنامج التخصيب الأنبوبي العادي أو البويضة المتبرع بها والمخصبة من قبل الزوج في رحم زوجته التي لا تنتج بويضات أو التي تنقل مرضًا وراثيًا .

أما عملية الرحم البديل أو الأم البديلة **Surrogate mother**، فإنها تذهب أبعد من ذلك إذ تربط الولادة بالوكالة بالتخصيب الأنبوبي، وتجرى بأخذ البويضة من المرأة المحرومة من الرحم **Deprived from uterus** وتخصب من قبل زوجها ثم توضع في رحم امرأة أخرى توافق على حمل الطفل دون أن تعطيه أي من جيناتها ثم تعيد الطفل إلى والديه الأصليين بعد ولادته .

والأبوة بالوكالة تشمل التعاقد مع امرأة توافق على التلقيح الاصطناعي من زوج امرأة عاقر ثم تحمل به الأم بالوكالة وتضع الطفل. المشكلة أن عددًا من هؤلاء النساء رفضن التقيد بالعقد وتسليم الطفل بعد الولادة، وقد أفتت محكمة بريطانية بأن الأم بالوكالة بإمكانها أن تحتفظ بالطفل الذي حملته .

[1] منذ ولادة ماري لويزا براون عام ١٩٧٨ في المملكة المتحدة كأول طفل في

---

(1) د. سعد الدين قناوي – أطفال التخصيب الخارجي والحقن المجهري طبيعيون تمامًا– الطبية اليوم – ٢٣/٤/٢٠٠٥ – العدد ١١٦٣٥ – السنة ٤٠ .

التاريخ يولد بطريقة الإخصاب خارج الجسم، والكثير من التساؤلات يتم طرحها حول مدى سلامة الأجنة ومدى موافقتها للأجنة التي تنمو بشكل طبيعي داخل الرحم وليس في المختبر .

وبعد مرور ربع قرن على ولادة أول طفل بطريقة التخصيب الخارجي وأكثر من ثلاثة عشر عامًا على ظهور طريقة الحقن المجهري Microscopic injection (عام ١٩٩٣)، فما زال السؤال يطرح نفسه وما زال القلق يساور البعض من الأمراض الوراثية الناتجة عن هذه التقنية، ولكن كافة الدراسات الطبية التي أجريت على عشرات الآلاف من الأطفال المولودين بالتخصيب الخارجي أو الحقن المجهري أثبتت أنه لا توجد أي زيادة في نسبة التشوهات Deformity ratio أو الأمراض، كما أن مستوى الذكاء والتحصيل لهؤلاء الأطفال هو نفس المستوى للأطفال المولودين بالحمل الطبيعي وفي نفس السن .

في المستقبل القريب ومع انتشار تقنية التشخيص الجيني سوف تقل نسبة الأمراض الوراثية والمزمنة في الأطفال المولودين بالحقن المجهري والتخصيب المخبري عن أقرانهم من أطفال الحمل الطبيعي .

وقد أظهرت دراسة شملت ٤٢٢ طفلًا ولدوا بتقنية التخصيب المخبري تتراوح أعمارهم بين ٦ - ١٣ عامًا أنهم يحققون نتائج دراسية أفضل من زملائهم الطبيعيين، وأن معدلات طولهم وأوزانهم ونسبة التشوهات مماثلة للأطفال العاديين .

[1] حذر علماء هولنديون من أن أطفال الأنابيب قد يواجهون خطرًا متزايدًا للإصابة بنوع نادر من سرطان العين. ورغم عدم وجود دليل مؤكد على وجود صلة بين التخصيب الصناعي والسرطان، قال باحثون في المركز الطبي التابع لجامعة F.U في أمستردام: إن أطفال الأنابيب قد يكونون أكثر عرضة للإصابة بورم خلايا الشبكية بما يتراوح بين خمس وسبع أضعاف مقارنة بالأطفال الطبيعيين. لكن الجمعية الأوروبية للتكاثر

(1) خطر جديد يهدد أطفال الأنابيب - منتديات الحصن النفسي- ٢٠٠٣/١/٢٧ .

البشري وعلم الأجنة التي تمثل أربعة آلاف خبير في الخصوبة من جميع أنحاء العالم قالت : إنه يتعين التعامل مع هذا البحث بحذر .

قالت الطبيبة أنيت مول في تقرير نشرته مجلة (لانسيت الطبية) تحتاج استنتاجاتنا لإجراء مزيدًا من الأبحاث لتأكيد الصلة واكتشاف آلية محتملة للسبب . حيث لم تظهر أي إصابة بسرطان العين لدى أطفال الأنابيب الذين ولدوا في الفترة من ١٩٨٠ - ١٩٩٥ ، بينما كانت جميع حالات الإصابة بالسرطان لأطفال ولدوا في الفترة من ١٩٩٧ - ٢٠٠١ وتم علاج الصغار بنجاح . وعليه فإن ذلك يمثل زيادة كبيرة في معدل الإصابة بالمرض في الفترة الثانية ، وقالت جمعية الخصوبة إن احتمالات إصابة أي طفل ولد طبيعيًا ، أو عن طريق التخصيب الصناعي بالسرطان قبل بلوغ الخامسة عشر هي واحد إلى ٦٠٠ . وأنه ليس لدينا أي دليل على أن نسبة الإصابة بالسرطان تتزايد بعد الخضوع لعلاج للمساعدة على الحمل .

[1] جاء في دراسة حديثة أن الأطفال الذين يولدون عن طريق التلقيح الصناعي خارج الرحم ترتفع عندهم نسبة حدوث العيوب الولادية بشكل خفيف . فقد قام الباحثون بدراسة العلاقة بين حدوث العيوب الولادية عن طريق سجلات حالات التشوهات الولادية من Iowa Registery for congenital and Inherited Disorders وبين طريقة الإخصاب والإنجاب عن طريق سجلات من UI Hospitals and Clinics .

كشفت هذه الدراسة أن ٩٠ طفلًا من أصل ١٤٦٢ أنجبوا عن طريق الإخصاب الصناعي (أي ما نسبته ٦٪ تقريبًا) ، ٣٦٩ طفل من أصل ٨٤٢٢ أنجبوا بالطريق الطبيعي (أي ما نسبته ٤٪ تقريبًا) قد تعرضوا لحدوث تشوه ما . وتشير هذه النتائج إلى وجود ارتفاع طفيف في احتمالية حدوث هذه التشوهات عند أطفال الإخصاب الصناعي ، إلا أن هذا الارتفاع يبقى ٢٪ فقط ، وهذا لا يعني التأكيد على مسؤولية الـ(IVF) عنه .

(١) ارتفاع العيوب الخلقية لدى أطفال الأنابيب- رواسي لتقنية المعلومات والإعلام.

ويتساءل الدكتور Brad Van Voorhis فيما إذا كان المسؤول عن هذا الارتفاع هو العلاج في حد ذاته، أو عوامل العقم التي تتطلب اللجوء إلى هذا الأسلوب الإخصابي أو اشتراك عوامل العقم مع العلاج. ويقول أنه لا داعي للخوف، فحتى الآن لا يوجد ارتفاع كبير في نسبة الخطورة عند اللجوء إلى طريقة الإخصاب الصناعي .

الفصل الثاني:
الإخصاب الصناعي داخل الرحم

Artificial insemination

[1] يقصد بالتلقيح الصناعي كل طريقة أو صورة يتم فيها التلقيح والإنجاب بغير الاتصال الجنسي الطبيعي Natural sexual connection .

والأصل في تخلق الجنين هو السائل المنوي Spermatic fluid الذي يخرج من الرجل فيصل إلى رحم المرأة المستعد لاستقبال هذا الماء، فإذا قدر الله للخلية المذكرة من الرجل أن تلتقي بالخلية المؤنثة فإنهما يختلطان ويمتشجان ليكونا الزيجوت وهذا هو التلقيح الطبيعي الذي أشار إليه القرآن الكريم بقوله ﷻ: ﴿فَلْيَنظُرِ ٱلْإِنسَٰنُ مِمَّ خُلِقَ ۝٥ خُلِقَ مِن مَّآءٍ دَافِقٍ ۝٦ يَخْرُجُ مِنۢ بَيْنِ ٱلصُّلْبِ وَٱلتَّرَآئِبِ﴾ [الطارق: ٥- ٦]، فإذا لم يصل السائل المنوي عن طريق الاتصال الجسماني المعروف وتعذر الحصول على الحمل بالتلقيح الطبيعي فإنه يلجأ إلى الطرق الأخرى والمعروفة بالتلقيح الصناعي .

[2] يعرف التلقيح الصناعي الداخلي بأنه الحصول على المني من الرجل وحقنه في رحم الأنثى ليصل إلى البيضة في قناة فالوب ويتم الإخصاب وتكمل هذه البيضة المخصبة بعد ذلك التكوين الجنيني الطبيعي .

تعتبر روسيا أول من استخدم التلقيح الصناعي الداخلي بطريقة علمية وذلك في العقد الأول من القرن العشرين عندما تمكن العلماء الروس من تلقيح الأبقار والأغنام والخيول، ويشكل التلقيح الصناعي الداخلي وسيلة واسعة الانتشار اليوم في أوروبا

(1) التلقيح الصناعي - إنجاب دون اتصال جنسي طبيعي- جريدة الرياض اليومية - ٢٠٠٥/٢/٢٣ - العدد ١٣٣٩٣ .

(2) الإخصاب الصناعي داخل الرحم - منتدى عالم الحياة الزوجية - ٢٠٠٤/١٢/١٥ .

والولايات المتحدة والبلدان الإسلامية .

الأسباب التي تستدعي إجراء التلقيح الصناعي الداخلي :

١- كون الحيوانات المنوية للزوج غير نشطة نشاطًا فعالًا وفق المعايير الطبية Medical criterions حيث تكون حركة الحيوان المنوي ضعيفة أو يوجد العديد من الحيوانات المنوية المشوهة .

٢- كون الحيوانات المنوية للزوج غير كافية للتلقيح الطبيعي، والعدد الطبيعي يتراوح بين ٢٠ - ١٢٠ مليون في كل سم٣ .

٣- صعوبة انتقال الحيوانات المنوية داخل الجهاز التناسلي للمرأة .

٤- وجود إفرازات مهبلية Vaginal secretions عند المرأة شديدة الحموضة مما يتسبب في قتل الحيوانات المنوية .

٥- زيادة لزوجة Viscosity الحيوانات المنوية عند الرجل نتيجة الإصابة بالتهابات أو عدوى تناسلية مثل السيلان والكلاميديا وغيرها .

٦- في حالة وجود ضعف جنسي لدى الزوج يصعب معه الجماع Copulation .

كيفية إجراء عملية التلقيح الصناعي داخل الرحم:

أ- تجرى هذه العملية في وقت التبويض Ovulation .

ب- تعطى السيدة الأدوية المنشطة للمبيض للتأكد من تكون البويضات ونضجها .

جـ- يفضل أن يحصل الطبيب المعالج على ١ - ٣ بويضة ناضجة على الأقل .

د- تؤخذ عينة من السائل المنوي وترسل إلى المعمل لتحضيرها، وكيفية التحضير كما هو موجود في عملية التلقيح الصناعي الخارجي .

هـ- تحقن الحيوانات المنوية في رحم المرأة.

[1] بالرغم من الجهود الضخمة التي تبذلها وزارة الصحة والسكان المصرية لوقف الزيادة الكبيرة في تعداد السكان إلا أن الأبحاث والدراسات العلمية الحديثة أثبتت أن مصر تشهد ولادة توأم كل عشر دقائق وهو ما يعني أن ١ - ٥٪ من تعداد السكان في مصر من التوائم بعد أن كانت منذ خمس سنوات لا تتعدى ١,٥٪ من الهيكل السكاني.

فإذا كان تعداد السكان في مصر حاليًا ٧٠ مليون نسمة تقريبًا، فإن عدد التوائم فقط ثلاثة ملايين، وإذا كان عدد السكان في مصر يزيد بمعدل مليون و٢٠٠ ألف نسمة سنويًا فإن ٦٠ ألفًا منهم من التوائم وهو ما يعني أن مصر تزيد خمسة آلاف توأم شهريًا أي بمعدل ١٦٠ توأم يوميًا وهو ما يعني ستة توائم كل ساعة وتوأمًا كل عشر دقائق .

يقول الدكتور محمد عبدالفتاح طبيب النساء والتوليد، إن مراكز تنظيم الأسرة ووزارة الصحة والسكان في مصر هي التي اكتشفت هذه الظاهرة عند تسجيل المواليد Newborn registration وهي مفاجأة كبيرة بكل المقاييس لم تكن في الحسبان، خاصة أن مصر دولة تتجه إلى وقف هذه الزيادة التي تلتهم الدخل القومي National income .

أهم الأسباب التي أدت إلى انتشار ظاهرة إنجاب التوائم:

١- زيادة تعاطي الأدوية المنشطة للتبويض لدى السيدات، حيث تؤدي هذه الأدوية إلى إنتاج عدد كبير من البويضات مما يزيد من فرصة حمل التوائم .

٢- استخدام أطفال الأنابيب في علاج عقم الرجال والنساء، حيث يقوم الأطباء بنقل عدد من الأجنة إلى رحم الزوجة لزيادة فرص حدوث الحمل، فإذا نجح أكثر من جنين في الانغماس في جدار الرحم فإن ذلك يؤدي إلى حدوث حمل التوائم .

٣- ارتفاع متوسط سن الحمل لدى السيدات، حيث إن كثيرًا من السيدات الآن يؤجلن حدوث الحمل إلى سن متأخرة حتى يحققن ما يسعين له من تدرج وظيفي وتحسين

(1) مصر تستقبل توأمًا كل عشر دقائق بسبب ارتفاع خصوبة السيدات والتطور العلمي - القاهرة (الشرق الأوسط)- العدد ٨٨٤٧ - ٢٠٠٣/٢/١٧ .

مستواهن المعيشي .

٤- أكدت الأبحاث والدراسات العلمية أن تأجيل الحمل بواسطة عقاقير أو أي وسائل أخرى يؤدي إلى حدوث الحمل المتعدد .

الآراء المختلفة في الإخصاب الصناعي:[1]

أ- المؤيدون:

أصحاب هذا الموقف لا يؤيدون فكرة أطفال الأنابيب تأييدًا مطلقًا ، ولكن يشوب موقفهم شيء من الحذر، وموافقتهم عليه تكتنفها شروط معينة، فهم يرون أن الأمر لا غبار عليه وهو من قبيل العلاج. ولذلك ينبغي الحرص الشديد جدًّا في هذه المسألة خشية اختلاط الأنساب .

ومن أهم الشروط التي وضعوها ما يأتي :

١- أن يتم التلقيح من مني الزوج .

٢- أن يتم ذلك في حياة الزوج وليس بعد مماته ، على أساس أن الزوج حين يموت يصبح غريبًا عن زوجته ولذلك يعتبر التلقيح منه حرامًا .

٣- أن يكون الطبيب الذي يقوم بالعمل والفريق المساعد له من الممرضين وعمال المختبرات مسلمين مؤتمنين .

٤- أن يتم ذلك بموافقة الزوجين .

ويرى أصحاب هذا الرأي أنهم إذا لم يبيحوا هذا العلاج في العالم الإسلامي فإن الأزواج قد يلجأون إلى الدول الغربية من أجل إجراء مثل هذه العمليات، وهو أمر محفوف بالمخاطر إذ لا يمكن لأحد أن يأمن التلقيح بغير مني الرجل وبغير بويضة المرأة في مثل هذه البلاد .

---

(1) ناهدة البقصمي - تقديم د. مختار الظواهري- يونيو ١٩٩٣ .

ب- المعارضون:

يقيم أصحاب هذا الرأي رفضهم على أساس المخاوف والمحاذير من الانزلاق في متاهات أخلاقية ودينية يصعب ضبطها، ولكون هذه الطريقة تعارض الغايات الإلهية من الزواج. ومن هذه المخاوف والمحاذير ما يلي:

١- أن هذه الطريقة للحمل بين الأزواج هي غير الطريق الفطري الذي هدى الله الرجل والمرأة إليه.

٢- أن هذا الطريق تحفه المخاطر من كل جانب فلا يؤمن الخطأ في الأنابيب، وهو أمر وارد في كل المختبرات والتحاليل، فيعطى مني الرجل مكان آخر، وتسلم لقيحة مكان أخرى، وهنا يقع المحظور الشرعي وتختلط الأنساب.

٣- إننا لا نأمن سوء النية من أن يستعير الرجل ماء غيره تلبيسًا على زوجته، وأن تحصل الزوجة على مني غير زوجها. وأن يتساهل الناس شيئًا فشيئًا في هذا الحيوان المنوي، الذي لا يرى بالعين المجردة Naked eye، وفي هذه البويضة التي هي أصغر من حبة الخردل بكثير.

٤- من يدري ماذا سيكون عليه أمر الطفل الذي كان لقيحة في أنبوبة فترة من عمره، هل سيؤثر هذا في نفسيته وسلوكه أم لا. ولكننا ندرك على وجه اليقين أن هؤلاء الأطفال سيكونون موضع التندر والسخرية Jest and sarcasm من المجتمع وكذلك موضع تساؤل وشك.

ومهما كان الأمر الذي يقيم عليه هؤلاء اعتراضهم، فإن مخاوفهم لها ما يبررها، إذ أن المشروع ما زال في مراحله الأولى. ولا شك أن الأطباء وعلماء البيولوجيا سيصلون في المستقبل إلى اكتشافات جديدة، تساعد على تخطي الكثير من العقبات التي يمكن أن تواجههم، والتي قد تصل إلى حد اختراع رحم صناعي Artificial uterus يتولى عملية الحمل بدلًا عن الأم في المراحل الأولى - وهو ما اعتبره الدكتور/ حسان حتحوت عملية جائزة شرعًا إذا كانت محصورة بين الزوج والزوجة، أما إذا دخل طرف ثالث

متطوعًا، رجل كان أو امرأة، فإنه يصبح محرمًا وغير مقبول من الناحية الشرعية. ويخشى المعارضون أن يصل العلماء إلى حد الاستعانة بكائنات أخرى تقوم بمهمة الحمل كالقردة مثلًا . . . . وهي كلها مخاوف تدفعهم إلى الإصرار على رفض هذا الموضوع كلية على أساس أنه يفتح الباب أمام شرور لا حد لها، ويزج بنا في متاهة غامضة قد لا نستطيع الخروج منها .

جـ- موقف العالم الإسلامي:

لعل أهم فتوى صدرت حول موضوع أطفال الأنابيب في العالم الإسلامي، ويتفق معها معظم الهيئات والفقهاء المسلمين، هي التي صدرت في الدورة السابعة في المجمع الفقهي بمكة المكرمة. ومن أهم بنودها ما يأتي:

١- يجوز تلقيح الزوجة اصطناعيًا وداخليًا بماء زوجها حتى يتم الحمل .

٢- التلقيح الذي يتم خارجيًا في إناء بين بذرتي الزوجة والزوج ثم يعاد إلى رحم الزوجة هو أسلوب مقبول مبدئيًا في ذاته بالنظر الشرعي، ولكنه غير سليم تمامًا من موجبات الشك فيما يستلزمه ويحيط به من ملابسات، فلا ينبغي أن يلجأ إليه إلا في حالات الضرورة القصوى وبعد أن تتوفر الشروط العامة الآنفة الذكر .

د- موقف الدين المسيحي:

إن اهتمام رجال الدين المسيحي بتطورات البيولوجيا الطبية الحديثة ليس وليد الساعة بل يعود إلى بدايات هذا القرن، ورغم أن هذه التطورات فرضت نفسها على المجتمع الغربي، وتقبلتها الأوساط العلمية والمجتمع كحل لأهم المشكلات الطبية، فإن النتائج التي توصل إليها رجال الدين المسيحيون لا تختلف كثيرًا عما توصل إليه علماء المسلمين - وإن كانوا في بعض الأحيان بالغوا في الرفض والتحريم، كما اعتمدوا أيضًا في تحريمهم أو قبولهم على النصوص الدينية Religious scripts .

ولكن نقاشهم للموضوع أخذ بعدًا مختلفًا عما أخذ في العالم الإسلامي، فقد كان منذ بدايته ذات صورة فلسفية أكثر مما كان له من طابع ديني بحت. فقد اهتم رجال الدين

والفلاسفة اللاهوتيون والفلاسفة المتخصصون بهذا الموضوع على أساس أنه يشكل جزءًا مهمًّا من الفكر الإنساني Human intellect له تأثيرات مستقبلية من الخطورة بحيث لا يمكن لأي من الأطراف أن يتخذ قرارًا دون إقناع الأطراف الأخرى.

الباب العاشر

الفصل الأول: الحرب البيولوجية

(1) يمكن إعطاء فكرة عامة عن الحرب البيولوجية Biological warfare، وذلك بالنظر إلى تاريخها والاستفادة من تجارب الماضي، ويمكن تقسيم تاريخ هذه الحرب إلى أربع مراحل على النحو التالي:

المرحلة الأولى:

وهي تمتد من الأزمنة السحيقة Distant periods حتى السبعينيات من القرن التاسع عشر، حيث استعمل الصينيون جثث المصابين بالطاعون Plague لمحاربة الأعداء، كما استعمل جنكيز خان نفس الطريقة وقذف بالجثث Corpses المصابة بالطاعون على أسوار المدن التي حاصرها في أوروبا، وأدى ذلك إلى انتشار الطاعون بسبب هرب السكان إلى شرق البلاد وغربها، وتم القضاء على ٢٥ مليون شخص، أي ثلث سكان القارة الأوروبية في ذلك الزمان، وفي سنة ١٧٦٣ استعملت بريطانيا فيروس الجدري ضد الهنود الحمر في أمريكا، وأدى ذلك إلى إبادة ٦ مليون شخص، كما استعمل الفرنسيون الفيروس نفسه عند احتلال كندا، ويمكن تلخيص هذه المرحلة في النقاط التالية:

١- الاستعمال المباشر للعوامل البيولوجية والسموم .

٢- عدم وجود لقاحات Vaccines ضد العوامل المستعملة .

٣- استخدام عوامل تؤدي إلى انتشار الوباء Epidemic كوسائل المكر والخديعة Cunning and deception .

٤- استخدام سموم الأفاعي والعقارب adders and scorpions وسموم

---

(1) د. محمد جواد مسمار - تاريخ الحرب البيولوجية- جامعة النجاح الوطنية - العدد ٦٨- كانون الثاني ٢٠٠٣ .

أخرى مستخرجة من نباتات وفطريات، أو أنواع الزرنيخ Arsenic .

٥- ليس للعلماء دور في تطوير أو إنتاج هذه المواد السامة .

المرحلة الثانية:

في الحرب العالمية الأولى ظهر استعمال واسع للأسلحة الكيميائية ومنها : غازات الكلور والخردل والفوسجين وغيرها . أدى هذا الاستعمال الواسع للغازات السامة إلى ظهور اتفاقية جنيف عام ١٩٢٥ ، والتي تحرم استعمال جميع الغازات السامة وما شابهها في التأثير . ورفضت اليابان والولايات المتحدة التوقيع على هذه المعاهدة، وأسست اليابان وحدة من جيشها متخصصة في الحرب البيولوجية ، واستعملت في تجاربها أكثر من ثلاثة آلاف أسير معظمهم من الصين، كوريا ومنغوليا ودرس اليابانيون بعض الأمراض الهامة منها الجمرة الخبيثة، الكوليرا ، الأنفلونزا ، الطاعون، التيفوس والجدري وغيرها . كما عملوا على بناء معامل بيولوجية في منشوريا . وقد قامت الولايات المتحدة بنقل هذه المعامل والعاملين فيها إليها بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية . ويمكن تلخيص هذه المرحلة في النقاط التالية :

أ- تطور واسع في استخدام الأحياء الدقيقة .

ب- استعمال الإنسان حيوان تجارب تحت إشراف طبي .

جـ- إنتاج وتطوير اللقاحات .

د- تحول الاهتمام من العوامل الكيماوية إلى الحرب البيولوجية .

هـ- استغلال العلماء في تطوير الأسلحة البيولوجية .

و- تم انتهاك جميع الاتفاقيات الدولية منذ إعلان بروكسل عام ١٨٧٤ وحتى بروتوكول جنيف ١٩٢٥ .

المرحلة الثالثة:

ظهرت البيولوجيا الجزيئية Molecular biology في هذه المرحلة، ومن

خصائص هذه المرحلة ما يلي :

١- دراسة المادة الوراثية للجراثيم وإمكانية جعلها أشد فتكًا .

٢- استعمال الطائرات والصواريخ في نقل الأسلحة البيولوجية .

٣- زيادة تفهم العالم لمشكلات الحرب البيولوجية المدمرة .

المرحلة الرابعة:

بدأت هذه المرحلة قبل عقدين من الزمن وذلك باستعمال الهندسة الوراثية Genetic engineering ، ومن خصائص هذه المرحلة ما يلي :

أ- إنتاج عوامل مبتكرة ذات مواصفات معينة .

ب- ابتكار طرق لنشر المواد الفعالة في مختلف الظروف .

جـ- إنتاج لقاحات لحماية المواطنين والسكان .

وعندما أدركت الدول العظمى أن بإمكان الدول الصغيرة إنتاج أسلحة بيولوجية، سارعت بتقديم مسودة معاهدة الأسلحة البيولوجية وتوقيعها عام ١٩٧٢ .

إن استعمال ١,٥ طنًّا من المواد البيولوجية تعد كافية للقضاء على كل مظهر من مظاهر الحياة على الأرض، وأن ٢٢٥ جم من سم بكتيريا بيتيولينيم كاف لقتل جميع سكان المعمورة. ظهر في الفترة الأخيرة استعمال مواد تؤدي إ لى فشل العدو وكسر شوكته، ولا زال هناك الكثير من الأسئلة حول المرض الذي أصاب عشرات الألوف من الجنود الأمريكيين نتيجة حرب الخليج الأخيرة .

مواصفات العامل البيولوجي:

١- أن يكون شديد العدوى والتأثير .

٢- أن يكون فعالًا لفترة محددة ثم يفقد فاعليته .

٣- يجب أن تكون الكمية اللازمة لإحداث الوفاة قليلة جدًّا .

٤- أن يتم إنتاج المادة الفعالة بكميات كبيرة وأسعار معقولة .

٥- أن يتم استخدامه في ظروف ميدانية مختلفة .

٦- أن يتمتع بالثبات الكافي أثناء فترة التخزين .

٧- أن لا يكون للمستهدف أو العدو لقاح مضاد للعامل السام .

[١] بعد أن كانت الحروب تدار بالمدافع والطائرات والغواصات وكان الرصاص والقنابل من وسائل القتل والتدمير ظهر في الأفق مؤخرًا وسائل جديدة للحرب منها السلاح غير التقليدي كالكيماوي والبيولوجي، وربما يعتبر البعض السلاح الكيماوي من الأسلحة التقليدية نظرًا لكثرة استخدامه وتعود الكثيرين السماع عنه، ولكن السلاح البيولوجي ما زال اسمه يثير الرعب والقلق والتوتر ليس فقط لأفراد الشعوب ولكن لدى الدول. فقد ظهرت الحرب البيولوجية على السطح في الأعوام القليلة الماضية والكثيرون لا يعرفون عنها إلا القليل وربما كان هذا هو سبب رعب الكثيرين منها لأن الإنسان بطبعه عدو ما يجهله .

ما هو السلاح البيولوجي؟

يمكن تعريف السلاح البيولوجي على أنه الإنتاج المقصود لكائنات حية تسبب الأمراض للإنسان والحيوان والنبات سواء كانت فيروسات، بكتيريا، بروتوزوا، مواد سامة أو سموم ناتجة من العمليات الحيوية لهذه الكائنات، وقد يؤدي هذا المرض في النهاية إلى الوفاة ويتوقف ذلك على نوع السلاح وتأثيره .

يمكن استخدام هذه الكائنات بصورتها الطبيعية أو ما يعرف باستخدام الطراز البري الخاص بها Wild type ، أي أن القائم على تصنيع السلاح البيولوجي يقوم باستخدام الميكروب كما هو دون العبث في صفاته أو إضافة صفات جديدة إليه أو تطبيق تكنولوجيا الهندسة الوراثية والبيولوجيا الجزيئية والتكنولوجيا الحيوية لتطوير فيروس ما لزيادة

(1) دعاء حسين الشيني- الرعب البيولوجي - eyeoon.com - ٢٠٠٦/٣/٢٢ .

قدرته على الإصابة .

ما الفرق بين الأسلحة البيولوجية والتقليدية؟

أ- صعوبة التحكم في الأسلحة البيولوجية بعد إطلاقها مما يؤدي إلى احتمال إصابة مطلقها نفسه أو دولته بها إذا لم تكن وسائل الأمان Safety agents على أعلى مستوى بينما يسهل التحكم في الأسلحة التقليدية .

ب- تختلف فاعلية تخزين هذه الأسلحة، فمن الممكن أن تخزن دولة ما أسلحتها التقليدية لعشرات السنين دون مشاكل، ولكن الBioweapons نظرًا لكونها كائن حي دقيق فهي معرضة للموت والتثبيط وفقدان الفاعلية في فترات زمنية قصيرة على حسب نوع السلاح والميكروب وطرق التخزين .

ج- نسبة التصويب Pointing ratio وإصابة الهدف عالية جدًّا في الأسلحة التقليدية، ولكن السلاح البيولوجي يتدخل في نجاحه في إصابة أهدافه عوامل طبيعية كثيرة كالرياح والأمطار وحركة الهواء واتجاهه، وهذه العوامل تؤثر على توصيل شحنة الميكروب إلى المكان المراد بالسلب أو الإيجاب .

وسائل الإطلاق للمواد البيولوجية: [1]

قد تطلق المواد البيولوجية ضد الأهداف المعادية سواء كانوا أفرادًا أو حيوانات أو نباتات لتحقيق الأغراض المنشودة من هذا الهجوم بإحدى الوسائل التالية :

١- الصواريخ والقذائف: قد تطلق الرؤوس الحربية البيولوجية في عمق مناطق العدو بواسطة القنابل أو بواسطة أجهزة إطلاق خاصة .

٢- الطائرات: يمكن للطائرات أن تطلق المواد البيولوجية في عمق مناطق العدو بنفس الأسلوب السابق.

(1) بقلم اللواء الركن/ صلاح الدين كامل مشرف .

٣- الحشرات والقوارض: قد تطلق الحشرات والقوارض فوق منطقة الهدف بواسطة الصواريخ والقذائف الموجهة Rockets and pointed missiles أو الطائرات، كما قد يستخدم في نقل هذه الوسائل إلى الهدف أفراد الجواسيس أو العملاء لتلويث مصادر المياه ومناطق الإعاشة Ration regions .

طرق الهجوم البيولوجي:

أ- يمكن إطلاق المواد البيولوجية على هيئة أيروسول للتأثير على الأفراد عن طريق التنفس Respiration .

ب- تطلق المواد البيولوجية بواسطة الحشرات للتأثير على الأفراد من خلال الجلد ويمكن للحشرات أن تبطل الوقاية التي يوفرها ارتداء الأقنعة الواقية ضد سحب الأيروسول، كما يمكن أن تحافظ على المواد البيولوجية في منطقة ما فترة أطول مما تكون للأيروسول .

كيفية إصابة الهدف:

١- الهجوم فوق الهدف: في هذه الطريقة تطلق المواد البيولوجية مباشرة فوق منطقة الهدف، ولذا فهي تحقق أقصى درجة من سيطرة العمليات، وحيث إن هذه المواد تنتشر إلى حد ما بطريقة متجانسة فوق منطقة الهدف فإن اتجاه وسرعة الريح لا يعتبران عوامل حاسمة في هذه الطريقة .

٢- الهجوم خارج منطقة الهدف: في هذه الطريقة تطلق المواد البيولوجية على مسافة كبيرة فوق الريح بالنسبة لمنطقة الهدف وتنتقل هذه المواد بمجرد إطلاقها بواسطة الريح إلى تلك المنطقة .

مجالات الهندسة الوراثية:[1]

الهندسة الوراثية العسكرية:

عاشت البشرية ثورات علمية متعددة، وتباينت علاقتها بهذه الثورات من الاستفادة القصوى إلى الضرر المفجع، فتطبيقات الذرة تنتشر في العديد من المجالات الحيوية والضرورية للإنسان، ولكن هذا لم يمنع تدمير البشر بالقنبلة الذرية Atomic bomb بهيروشيما ونجازاكي باليابان .

واليوم تعيش البشرية أخطر هذه الثورات وأهمها (ثورة مادة الحياة) إنها ثورة الهندسة الوراثية وأبحاث الجينات والتي تهدف إلى هندسة الطاقم الوراثي للكائنات الحية بتوجيهه لأداء وظائف محددة .

وكنتيجة طبيعية لأهمية هذا العلم بدأت الدول الكبرى منذ فترة تتسابق على معرفة الجديد فيه عن طريق إنشاء مراكز أبحاث متعددة وشركات نظم جينية، بل واستخدام أحدث ما وصلت إليه من تكنولوجيا الحاسبات في تحليل المعلومات الوراثية. والمتابعون لما يحدث يرون التقدم المذهل في هذه التكنولوجيا . سواء في الاستخدام المفيد أو السيء فيما يعرف بالحرب البيولوجية التي أصبحت شبحًا مخيفًا للبشرية .

والحقيقة أن مجال الحرب البيولوجية ارتبط ليس بالتقدم في تكنولوجيا الجينات فحسب بل وفي تكنولوجيا الصواريخ، لأن الرأس البيولوجي لا بد من تحميله على ما يوصله إلى الهدف، ولذلك فهو يحمل على الصواريخ تبعًا لخطة محددة يتحدد على أثرها مدى الصاروخ Rocket range الحامل لهذه الرؤوس البيولوجية التي قد تكون قنابل بيولوجية (مسببات مرضية) بمجرد انتشارها تفتك بالنظم الحية في البيئة أو عوامل مطفرة Mutagenic agents لإحداث طفرات سيئة للغاية في مجتمع معين لإضعافه وشل حركة نهضته . ولذلك أصبح لكلمة الضمير معنى خاص في هذا العلم حيث يجعل

(1) د. وجدي عبدالفتاح سواحل – الهندسة الوراثية تكنولوجيا متقدمة أم خطر غامض - Islamonline.net .

الإنسان يعيش مسالمًا يخدم البشرية ولا يضرها .

الهندسة الوراثية والتخلص من الألغام:

هناك مجال كبير لتوسيع نطاق الهندسة الوراثية لتشمل استخدام الكائنات المعدلة جينيًا لمعالجة الأجسام الغريبة الخطرة وغير المرئية مثل المواد المتفجرة بهدف التخلص منها وتحويلها إلى مواد مفيدة .

وتعتمد الهندسة الوراثية في هذا المجال على :

١- جمع نماذج بكتيرية من الأماكن التي توجد فيها مصانع الأسلحة أو مستودعات الذخيرة أو التربة المتضررة من إنتاج الأسلحة والأنشطة العسكرية الأخرى .

٢- تنمية هذه البكتيريا في المعمل على أوساط غذائية تحتوي على المواد المتفجرة.

٣- عزل البكتيريا التي تستطيع أن تعيش على هذه المواد وتحللها .

٤- محاولة عزل الجينات المسؤولة عن تحليل المواد المتفجرة ونقلها إلى كائنات دقيقة أخرى فتمكنها من المعيشة في الأماكن الموبوءة بالتلوث العسكري .

وبهذا الأسلوب تمكنت الهندسة الوراثية من إنتاج كائنات دقيقة لها القدرة على تحليل المواد المتفجرة ومن أمثلتها :

أ- بكتيريا تحلل الديناميت:

تمكن العلماء الأمريكيون من إنتاج نوع من البكتيريا له القدرة على تحليل النيتروجلسرين (الديناميت) إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. وهذا يعني أنه بمساعدة هذه البكتيريا يمكن تنظيف مستودعات وحاويات المواد المتفجرة بتكلفة أقل بـ١٠ : ١٠٠ مرة من الطرق التقليدية المتبعة حاليًا .

ب- بكتيريا تلتهم المتفجرات:

نجح فريق من الباحثين في جامعة برلين في تطوير سلالة من البكتيريا تتمثل موهبتها في التهام المتفجرات Explosive ingurgitation، وتعمل هذه البكتيريا على تحليل مادتي (TNT)، (TND) من خلال تحطيم النيتروجين المركب الموجود في جزئ المادتين، ويتحول النيتروجين الناتج إلى مخصب طبيعي للتربة، وسيؤدي هذا النوع من البكتيريا إلى إزالة ٧٠٪ من بقايا المواد المتفجرة الملوثة للتربة .

جـ- بكتيريا تدمر المركبات المعقدة:

نجح فريق من الباحثين في جامعة براونشيفنج في إنتاج سلالة من البكتيريا تعمل على تدمير الهيدروكربونات الأروماتية - البنزين، الطولوين والزيلين - التي يعتمد عليها التركيب الكيماوي لكل المواد المتفجرة. وتتم تغذية هذه البكتيريا على شبكة من الأنابيب داخل التربة طوال فترة عملها . ويقول الباحثون: إن هذه الطريقة قادرة على إزالة ٦٩٪ من التلوث العسكري Military contamination .

حرب الجينات: Gene war

لم يكتف الإنسان بالكائنات التي تتحور وتتحول إلى كائنات ممرضة، بل أخذ يبحث عن طرق صناعية لتخليق كائنات ممرضة جديدة. فهندسة الجينات كعلم حديث سلاح ذي حدين، فكما أمكن استخدامه في العديد من المجالات المفيدة للإنسان يمكن استخدامه أيضًا لتدمير الحياة على سطح هذا الكوكب، حيث يتم خرطنة الجينات وإيلاجها في الطاقم الوراثي للبكتيريا والتي تقوم بدورها بتوريث هذا الطاقم الممرض للأجيال التالية عند انقسامها .

بعد ذلك يتم تحميل هذه البكتيريا في حاملات بكتيرية (كبسولات خاصة)، ليتم إطلاقها في مجتمع ما لتخرج البكتيريا وتتكاثر وتغزو جيناتها الممرضة أجسام الكائنات الحية لتفتك بها، وهذا يعني إحداث موت بطيء Slow death لمجتمع بأكمله .

وليست البكتيريا فقط هي الكائن الحي المستخدم في مثل هذه التجارب، فقد شملت التجارب الحشرات بمختلف أنواعها ورتبها، والنباتات ولا سيما حبوب القمح، حيث يتم تطعيمه بجينات مرضية محددة ومبرمجة لإصابة الطاقم الوراثي البشري في حالة الحبوب المعدة للاستخدام الآدمي، أو إنتاج نباتات قمح يسمح محتواها الجيني بإكثار الآفات التي كانت تلقى مقاومة شرسة من الطاقم الوراثي للقمح المحلي، وهذا يعني أن بكتيريا واحدة أو حبة قمح واحدة ستصبح أخطر من مائة طائرة، وستفعل ما ستفشل فيه جيوش جرارة .

ومن الممكن نظريًّا تطوير الأسلحة البيولوجية، بإضافة بعض الجينات إليها واستخدامها لتهاجم جزءًا معينًا من جسد الإنسان، وإذا تمكن العلماء من تحديد مجموعة الجينات التي تميز جماعة عرقية عن أخرى فمن المحتمل إنتاج أسلحة ذات طابع عرقي مما يوجب البحث عن وسائل لمنع حدوث ذلك والسيطرة عليه، كما يمكن إنتاج أدوية ذات تأثيرات سيئة. وهذا يؤكد أننا مقدمون على نوع جديد من الحروب يتم التعامل فيه على مستوى الجينات، وهو ما يعرف بحرب الجينات .

وهذا يعني الصراع الشديد بين الدول المتقدمة لامتلاك أكبر مخزون حيوي جيني وتوظيفه لتحقيق مصالحها هي فقط بغض النظر عن صالح الإنسان، مما يستدعي من المجتمع الدولي وقفة لتقنين العمل داخل مراكز بحوث الهندسة الوراثية للوصول إلى نتائج تفيد الإنسان ولا تضره، لتكون الحقيبة الجينية Genome الأداة لتخليص البشرية من ويلات الأمراض المستعصية Incurable diseases وتوفير الغذاء لملايين الأفراد الجائعة، لا أن تكون أداة لتدمير الإنسان وآماله .

[1] أفاد تقرير مخابراتي فلسطيني حصلت عليه (الوطن) من مسؤول في البرلمان الفلسطيني طلب عدم نشر اسمه بأن إسرائيل ما زالت تعمل في مشروع تصنيع قنبلة بيولوجية تبيد العرب فقط دون غيرهم من الأجناس. وأضاف التقرير أن دراسة القنبلة قد

(1) أ. علي عبدالهادي الأعرج- إسرائيل والجينات العربية- www.alnasser.com - ٢٠٠٢/١/٨ .

تعطل فترة من الزمن بسبب وفاة عالم من جنوب إفريقيا كان رئيسًا للفريق العلمي المشرف على تصنيع هذه القنبلة. إلا أن الإعلان عن الخريطة الوراثية للإنسان (الجينوم) أخيرًا قد أعاد المشروع العلمي العنصري إلى قائمة أولويات معهد (نيس زيون) في تل أبيب والذي يعتبر مركز الأبحاث الرئيسي للأسلحة البيولوجية والكيماوية في إسرائيل، والعلماء يعملون الآن على إيجاد فوارق جينية جديدة بين العرب والإسرائيليين على الرغم من انتمائهم للعرق السامي ذاته، بإجراء تجارب على فلسطينيين معتقلين في السجون الإسرائيلية. وتأكيدًا على صحة التقرير المخابراتي نشرت صحيفة (صانداي تايمز) البريطانية تحقيقًا صرح فيه مدير مصنع أسلحة الحرب الكيماوية والبيولوجية في جنوب إفريقيا (دان جوسين) أنه تم تكليفه بتطوير سلاح بيولوجي يتجه فقط إلى أصحاب اللون الأسود وذلك أثناء حقبة التمييز العنصري Racial distinction في جنوب إفريقيا في بداية الثمانينيات. وأضاف (جوسين) إن الإسرائيليين استفادوا من تجارب علماء جنوب إفريقيا في سلاحهم البيولوجي ضد السود للوصول إلى معادلة ممكنة في قنبلتهم ضد العرب.

ولقد تأكدت تلك المعلومات أيضًا من مؤسسة (جينز) المتخصصة في متابعة الشؤون الأمنية والدفاعية والتي تصدر نشرة Foreign report الدورية، إلا أنها أضافت معلومة جديدة تشير إلى أن الإسرائيليين اكتشفوا معلومات جينية يمكن الاعتماد عليها في تصنيع القنبلة البيولوجية Biological bomb ضد العرب بعد إجراء أبحاث على يهود من أصل عربي (عراقيين) وذلك بعزل وتحديد جينات مميزة يحملها العرب دون غيرهم تمهيدًا لإنتاج بكتيريا أو فيروسات تقتل من يحمل هذه الجينات المميزة دون سواه. ويمكن نشر المرض من خلال إطلاق تلك الكائنات الدقيقة في الجو أو وضعها في إمدادات المياه.

وعن مدى إمكانية تحول القنبلة البيولوجية إلى حقيقة عسكرية يقول البروفيسور جوزيف في حواره مع (الوطن) نظريًا كل شيء ممكن، ولكن هناك العديد من الصعوبات تقف أمام التطبيق المخبري، منها عدم وجود أي سمة بيولوجية تسمح بالتمييز بين

مجموعة بشرية وأخرى، فالفوارق الجينية متعددة بين الشعوب ولكن من الصعب التكهن بجينة واحدة تختلف لدرجة أن قنبلة بيولوجية تستطيع أن تستهدف مجموعة بشرية دون غيرها .

وفي سؤال عما إذا كانت القنبلة البيولوجية المخصصة لإبادة العرب ستفشل مثل تلك التي كان العنصريون في جنوب إفريقيا يصنعونها لإبادة السود يقول جوزيف: إن الفوارق الجينية في إفريقيا من إحدى نتائج المشروع الوراثي الذي تزعمته أمريكا واليابان وفرنسا وبريطانيا ووجدت النتائج أن الفوارق الجينية التي تفصل بين الإفريقيين أنفسهم هي أكبر بكثير من الفوارق التي تفصل الإفريقيين عن المجموعات البشرية الأخرى كالأوروبيين مثلًا. وهذه التعددية الجينية بين الشعوب الإفريقية دليل علمي قاطع على أن التطور الإنساني بدأ في أفريقيا لمدة طويلة حتى خرج منها ليتطور ويتشعب في كل الاتجاهات. لذلك من الصعوبة إيجاد قنبلة تستهدف السود فقط لأن الخلفية الجينية Genetic background الخاصة بهم معقدة جدًا خلافًا عن أي جنس آخر .

[1] نداء اللجنة الدولية للصليب الأحمر هو دعوة للحكومات والصناعات والمجتمع العلمي إلى العمل لضمان عدم استخدام نتائج التكنولوجيا الحيوية لأغراض عدائية Aggressive purposes، كما يعبر عن قلقها بشأن احتمالات إساءة استخدام هذه التكنولوجيا الجديدة، كما تشعر بالقلق لأن التطور في هذا المجال قد يسهل قيام الحرب البيولوجية، ويجعل النشر المتعمد للأمراض سهلًا وأقل تكلفة وأكثر صعوبة في الاكتشاف .

أولًا: ما هي التكنولوجيا الحيوية؟

التكنولوجيا الحيوية هي التطبيق الصناعي Artificial application للتكنولوجيات التي يتم بحثها وتطويرها أو استخدامها في العلوم البيولوجية، وخاصة

(1) التكنولوجيا الحيوية، الأسلحة والإنسانية - أسئلة تطرح مرارًا- الجمعية الطبية البريطانية - لندن، هاروود أكاديميك- ١٩٩٩ - ص ٥٣-٦٧ .

تلك التي تتصل بالهندسة الوراثية .

ثانيًا: ما هي المخاطر التي يمثلها التقدم في التكنولوجيا الحيوية؟

تحمل ثورة التكنولوجيا الحيوية إلى جانب فوائدها إمكانات هائلة لإساءة الاستخدام. وقد أظهر التاريخ أن الكثير من التطورات الهامة في العلوم والتكنولوجيا تم تحويلها إلى استخدامات عدائية، وليست الكيمياء والطيران والألكترونيات والفيزياء النووية Nuclear physics إلا بعض الأمثلة على ذلك .

ثالثًا: بعض الأمثلة على إمكان إساءة استخدام التكنولوجيا الحيوية:

١- يمكن التلاعب بعوامل الحرب البيولوجية المعروفة لجعلها أسهل استخدامًا :

حيث يمكن التلاعب بالتركيب الجيني لعناصر الحرب البيولوجية القائمة مثل زيادة إمكانية استخدام الأنثراكس كسلاح . فعلى سبيل المثال يمكن جعلها مقاومة للمضادات الحيوية والعوامل البيئية مثل الجفاف والأشعة فوق البنفسجية التي تجعلها غير ضارة في الأحوال العادية . انظر ب . سيتلو، آليات منع تلف الحامض النووي DNA في جراثيم البكتيريا العصوية، المجلة السنوية للميكروبيولوجيا ١٩٩٥، ٤٩، ٢٩ - ٥٤ وأب. بوميرا نتسيف وآخرون، تعبير جينات السريولايسين AB في سلالة لقاح عصيات الأنثراكس يكفل الوقاية من عدوى الأنثراكس النزفية التجريبية، مجلة اللقاح، ١٩٩٧ المجلد ١٥، الصفحات: ١٨٤٦ - ١٨٥٠ .

٢- يمكن تحويل الميكروبات غير الضارة إلى ميكروبات خطيرة :

يمكن التلاعب بهندسة الميكروبات غير الضارة التي نحيا معها يوميًا، مثل E.coli، حتى تنتج سمومًا خاصة تسبب المرض. انظر : ورقة معلومات أساسية مقدمة من حكومة المملكة المتحدة إلى المؤتمر الاستعراضي الخامس لاتفاقية الأسلحة البيولوجية : وثيقة الأمم المتحدة BWC/CONF.V/add,1-٢٦أكتوبر ٢٠٠١، ص ١٥ . انظر أيضًا : س. جوركاور سوليفان، السموم البيولوجية - خطر السلاح البيولوجي في القرن ٢١، مجلة جين الاستخباراتية، المجلد ١٤، العدد ٦، ص ٣٠-٣٣ .

٣- اللقاحات العدائية وإنتاج عوامل حرب بيولوجية أكثر تقدمًا :

يمكن للمستخدم المحتمل تحوير لقاح خاص يتناسب مع سكان وقوات بلده ويجعل تلك الأنواع الجديدة من الأسلحة البيولوجية أكثر جاذبية. ويتمثل مصدر قلق آخر في العوامل البيولوجية المخبأة في لقاحات مأمونة عادة. وقد استهدفت أبحاث أجريت في جنوب إفريقيا في الثمانينيات العثور على لقاح يحتوي عنصرًا يمكنه خفية أن يقلل الخصوبة لدى السكان المستهدفين. ومن حسن الحظ، لم يصل هذا اللقاح إلى مرحلة الإنتاج. انظر: المرجع السابق، ص ١٢، ١٣ . انظر أيضًا وقائع لجنة تقصي الحقائق والمصالحة بشأن الحرب الكيميائية والبيولوجية، كيب تاون، ١٠ يونيو ١٩٩٨

٤- قد تؤدي الأبحاث إلى نتائج غير مقصودة ولكن خطيرة :

يمكن أن تولد أبحاث أجريت بنية حسنة معلومات عن كائنات جديدة وخطيرة. فقد صنع الباحثون مؤخرًا دون قصد نسخة أكثر خطورة من فيروس جدري الفئران، وهو فيروس مشابه لفيروس الجدري. وقد نشرت التجربة بعد تفكير متأن من المؤلفين وكإنذار لخطورة مثل هذه الأبحاث. ومما يدعو للقلق هو إمكانية الانتشار الخارج عن السيطرة للعوامل البيولوجية التي تطلق بقصد أو بدون قصد. ر.ج. جاكسون وآخرين، تعبير الإنترليوكين - ٤ فأري بواسطة فيروس إكتروميلا مأشوب يثبط استجابات التحليل الخلوي للخلايا اللمفية Lymphocyte cells ويتغلب على المقاومة الوراثية لجدري الفئران، مجلة علم الفيروسات ٢٠٠١، (٧٥)٣، ص: ١٢٠٥- ١٢١٠ .

٥- يمكن تخليق فيروسات اصطناعية بالغة الخطورة :

قام العلماء في يوليو ٢٠٠٢ بتخليق فيروس يسبب شلل الأطفال من جزء من الحامض النووي (DNA) والمعلومات المتاحة على الإنترنت. ويسبب هذا الفيروس المخلق حدوث المرض عند حقن الحيوانات به، وقد تكون هي المرة الأولى في تاريخ البشرية التي أمكن فيها تخليق فيروس من مواد تركيبية. ويعتقد الخبراء أنه سيمكن في

المستقبل القريب تخليق أي فيروس بهذه الطريقة، بما فيها أكثر الفيروسات خطورة. انظر: ج. شيلو، أ. ف. جول، أ. ويمر، التخليق الكيميائي للحمض النووي DNA السيتوبلازمي لفيروس الشلل (تحت الطبع في ٢٠٠٢/٧/٢٥). انظر أيضًا أخبار العلم أون - لاين ٢٠٠٢/٧/١٣ (www.sciencenews.org) .

٦- يمكن لهجمات غير قابلة للكشف أن تغير وظائف الجسم:

المواد البيولوجية المنظمة هي مواد كيميائية توجد بشكل طبيعي في الجسم كما يمكن تخليقها، وعندما يتغير تركيزها بالجسم، حتى ولو بقدر ضئيل جدًا، فإنه يمكن لوظائف مثل السلوك والوعي والخصوبة ودرجة حرارة الجسم أن تتغير تغيرًا كبيرًا. وهناك بحث جار عن كيفية إيصال مثل تلك المواد الكيماوية عن طريق استنشاقها في صورة أيروسول .

وسيكون من الصعب اكتشاف أي هجوم باستخدام المنظمات البيولوجية، كما سيكون شبه مستحيل إثبات وجودها عن طريق اختبار الضحايا Victim test . انظر: ورقة معلومات أساسية مقدمة من حكومة المملكة المتحدة إلى المؤتمر الاستعراضي الخامس لاتفاقية الأسلحة البيولوجية (المرجع السابق، ص: ١٢، ١٥ . انظر أيضًا: ج.م. لاكوسكي، و.ب. موراي، ج.م. كني، مزايا وقيود المهدئات Tranquilizers كأسلوب غير مميت. كلية الطب، جامعة بنسلفانيا، ٢٠٠٠ .

٧- الأسلحة الجينية، كم تبقى على ظهورها؟

هناك جدل كبير عما إذا كان من الممكن تصنيع أسلحة تستهدف مجموعات عرقية أو عنصرية محددة. ويعتقد بعض الخبراء أن تصنيع هذه الأسلحة قد يكون ممكنًا في المستقبل القريب. انظر: المقال الافتتاحي، حرب الجينات، مجلة اللانست ١٩٩٦، ٣٤٨، ص ١١٨٣ . انظر أيضًا: الجمعية الطبية البريطانية- التكنولوجيا الحيوية والأسلحة والإنسانية، لندن، هاروود أكاديميك ١٩٩٩، ص: ٥٣ - ٦٧ . انظر أيضًا: مستخلصات تقديم الجوائز، محاضرة (٢، ٣) والعرض الشفوي ٨ للدورة ١٩ للجمعية

الدولية للأخصائيين الجنائيين في علم الجينات (٨/٢٨ - ٢٠٠١/٩/١، مونستر) .

٨- التأثير على الزراعة والبنية الأساسية :

تتوازى المخاوف التي تتعلق بالمواد البيولوجية التي قد تستهدف البشر مع مخاوف بشأن المواد التي يمكنها تدمير الزراعة والبنية الأساسية المدنية والتجارية. وقد تكون لتلك المواد آثارًا خطيرة على الحياة البشرية. انظر: ورقة معلومات أساسية مقدمة من حكومة المملكة المتحدة إلى المؤتمر الاستعراضي الخامس لاتفاقية الأسلحة البيولوجية (المرجع السابق، ص ٢٠ - ٢٢).

رابعًا: لماذا يساور القلق الحكومات واللجنة الدولية للصليب الأحمر والمنظمات الأخرى؟

لا يمكن لأحد القول بثقة إن التقدم في التكنولوجيا الحيوية سيستخدم كسلاح أو لنشر الأمراض عمدًا في المستقبل. وقد يكون الاحتمال قليلًا، ولكن من الواضح أن الرهانات عالية جدًا. والحكومات والمنظمات قلقة لأن النتائج المحتملة بالنسبة للبشرية قد تكون مأساوية Tragic وقد يكون من الصعب أو المستحيل علاجها .

وبالتالي، فإن الفشل في منع استخدام المواد البيولوجية يقوض بشدة المعاهدات الدولية القائمة منذ زمن طويل والتي تحظر استخدام الأسلحة البيولوجية. وسيضعف هذا على وجه الخصوص بروتوكول جنيف لعام ١٩٢٥ لحظر استخدام الغازات الخانقة أو السامة أو الغازات الأخرى، وبروتوكول وسائل الحرب البكتيريولوجية الذي يحظر استخدام الأسلحة البيولوجية، كما سيضعف اتفاقية الأسلحة البيولوجية لعام ١٩٧٢ التي تجرم تطوير، إنتاج، تخزين، وامتلاك هذه الأسلحة والاحتفاظ بها أو نقلها .

وتنبثق القواعد التي تشملها تلك المعاهدات من الخوف العالمي الذي يتملك البشر من تعرضهم للسموم أو إصابتهم بالمرض. لقد كان حظر استخدام السموم والأسلحة السامة جزءًا من اللوائح السابقة للحروب التي وجدت في الكثير من الثقافات.

خامسًا: لماذا أصبح العمل في هذا المجال ملحًّا الآن؟

تتطلب التطورات في مجال التكنولوجيا الانتباه العاجل نتيجة للإيقاع السريع الذي يشهده العالم. كان الأمل أن يبدأ المؤتمر الاستعراضي لاتفاقية الأسلحة البيولوجية في نوفمبر ٢٠٠١ في مواجهة هذه المشكلة عن طريق تبني آلية لمراقبة الالتزام بهذه الاتفاقية. ولقد فزعت اللجنة الدولية للصليب الأحمر والكثير من الدول والمنظمات غير الحكومية لفشل المؤتمر في التوصل إلى أي اتفاق رغم أن المخاطر المذكورة أعلاه كانت معروفة جيدًا .

سادسًا: ماذا تفعل المنظمات الأخرى في هذا المجال؟

تهتم منظمات كثيرة بهذه القضية، وتطلب العمل من قبل الحكومات والصناعة للإقلال من خطر استعمال التكنولوجيا الحيوية في الأغراض العدائية. وتشمل المبادرات الجديدة في هذا المجال:

(١) تكوين تحالف للمنظمات غير الحكومية يراقب الالتزام باتفاقية الأسلحة البيولوجية.

(٢) العمل الأكاديمي لوضع اتفاقية دولية تجرم إنتاج ونقل واستخدام هذه الأسلحة.

(٣) صياغة مشروع قرار للجمعية الطبية العالمية بشأن المسؤوليات التي تقع على عاتق المهن الطبية في هذا المجال.

(٤) إصدار جمعية الصحة العالمية التابعة للأمم المتحدة قرارًا في عام ٢٠٠٢ يقر بأن مراقبة الأمراض تمثل جزءًا هامًّا من مكافحة الأسلحة البيولوجية .

وتعد هذه الجهود، بالإضافة إلى مبادرة اللجنة الدولية للصليب الأحمر، مبادرات هامة لضمان استخدام التطورات التي تحدث في مجال التكنولوجيا الحيوية لصالح الإنسانية كلها وليس للإضرار بها .

[1] يعتقد خبراء الحرب البيولوجية الأمريكيون أن احتمال وقوع هجوم إرهابي جديد على نطاق واسع لم يعد ضربًا من الخيال، بل أصبح خطرًا جسيمًا وشيكًا ينتظرون وقوعه في أي لحظة. وما زال الخوف من انتشار الإصابة بداء الجمرة الخبيثة يسيطر على وكالات الأنباء ووسائل الإعلام الأمريكية، ويثير الفزع في عدد من بلدان العالم، التي انتشرت فيها التحذيرات من إصابات مماثلة رغم عدم ثبوت شيء من ذلك حتى الآن.

وما تزال إمكانات الكشف عن وقوع هجوم حيوي Bio attack أو كيماوي مقتصرة على المختبرات العسكرية، وتعتمد على تقنيات متعددة ومعقدة، كما أن الوقاية منه عسيرة للغاية، لاستحالة تقدير مكان وزمان وقوعه، وصعوبة تحديد طرق انتقال العدوى وانتشارها .

وتستعين الحكومة الأمريكية حاليًا بأمهر الخبراء العسكريين والسياسيين وبأشهر المتخصصين في علوم الكيمياء والبيولوجيا والمعلوماتية وغيرها من العلوم، وحتى كتاب السيناريو بهوليود، لإعداد خطط للتنبؤ بسيناريوهات الهجمات البيولوجية أو الكيماوية المحتملة وذلك لإعداد طرق وآليات للوقاية منها، ويعكف الخبراء حاليًا على دراسة كافة التفاصيل بكل دقة. ويعتمد هؤلاء على التقدم المتسارع في عدد كبير من التقنيات الحديثة لابتكار منظومات استراتيجية متكاملة للاستشعار والإنذار المبكر والتحذير من عمليات الإرهاب البيولوجي Biologic terrorism .

وسنعرض هنا لأهم ثلاث جبهات يتم تطويرها حاليًا للتنبؤ وللوقاية من الإرهاب البيولوجي:

أولًا: تحسين وسائل تمييز جراثيم الأمراض الفتاكة:

تتميز الأسلحة الجرثومية عن الكيماوية بطول مدة مفعولها وازدياد تأثيرها مع مرور الوقت، وجرثومة الجمرة الخبيثة على سبيل المثال يمكن أن يستمر مفعولها لمدة أربعين

(1) د. طارق يحيى قابيل- تقنيات جديدة للتنبؤ بالإرهاب البيولوجي- Islamonline.net - ٢٠٠١/١٢/٣١ .

عامًا، والعلاج منها ممكن في الفترة الأولى من وصولها إلى جسم المصاب وقبل أن تظهر أعراض الإصابة عليه. ولذلك فلا تكفي مواجهة استخدام الأسلحة الجرثومية بعد ظهور الأعراض، بل لا بد من إجراءات وقائية واسعة النطاق فور ظهور علامات تشير إلى وجود ما يوصف بالهجوم الحيوي أو الجرثومي، مثل وقوع إصابات ووفيات بنسبة أعلى من المعتاد، أو رصد عمليات رش مساحيق أو محاليل أو لدى ظهور أعراض مرضية معينة عند نسبة عالية من السكان في وقت واحد .

وكان العديد من التقنيات الحديثة في هذا المجال تحت التطوير لسنوات طويلة، لكن الاهتمام بتطويرها قد بلغ أشده إثر هجمات ١١ سبتمبر، ولا سيما بعد زيادة إنفاق الحكومة الأمريكية على الأبحاث وتطويرها .

والمختبر النقال الذي يكشف عن الجراثيم المستخدمة في الحرب البيولوجية، والذي لا يزيد حجمه عن حقيبة اليد قد أنتجته شركة (سيفيد Cepheid الأمريكية منذ عدة سنوات، وتم تصنيعه بعد التقدم الكبير في وسائل اختبار وتحليل الأحماض النووية الخاصة بتشكيلة عريضة من المسببات المرضية كالجراثيم البكتيرية، والجزيئات الفيروسية. ويمكن لهذا المختبر تمييز المسبب المرضي في غضون ١٥ دقيقة فقط، واستخدمت هذه المختبرات على نطاق واسع لفحص العينات التي يشتبه في تلوثها بالجمرة الخبيثة، ومن عيوبه أنه لا يفحص سوى العينات السائلة فقط ولا يمكنه فحص التلوث الجرثومي المتواجد في الهواء .

وطبقًا لآراء العديد من الخبراء فمن المحتمل أن يعتمد أي هجوم إرهابي بيولوجي جديد على نشر المسببات المرضية في الهواء المحيط بالمدن والتجمعات السكانية عالية الكثافة، حيث سيكون أكثر ضراوة وأشد فتكًا، ولذا فمن المهم تصنيع أجهزة قادرة على الكشف عن هذه الملوثات في الهواء، وتقدير كمياتها بسرعة كبيرة .

ويأمل قادة البنتاجون أن يحصلوا على سيارة أو سفينة في غضون الأشهر القادمة يمكن تزويدها بنظام جديد لاختبار الهواء بشكل مستمر للتعرف على الكائنات والجراثيم الممرضة ونسبة وجودها بدقة عالية في أقل وقت ممكن. وتقوم شركات

ديلاند وإنتيليتيك وكولومبوس الأمريكية حاليًا بتطوير وتجهيز هذا النظام الجديد، والذي يعتمد على استعمال أشعة الليزر وبرمجيات طورت في مختبر لينكولن بمعهد (MIT) لفحص الذرات المجهرية Microscopic atoms والجزيئات البيولوجية الموجودة في الهواء، ويقوم الجهاز الكاشف بفصل العينة وخلطها بالماء ثم يمررها على أشرطة ورقية تحمل جميع الأجسام المضادة لجميع الكائنات الممرضة المعروفة بتسببها في إحداث عدوى قاتلة، وبعد القيام بتحليل العينات والتعرف على ما بها، يقوم برنامج الكمبيوتر الملحق بالنظام، والذي يعمل ذاتيًا بإرسال البيانات لغرف التحكم والطوارئ بالإدارة المركزية.

ومن ناحية أخرى أعلن مختبر أمريكي ابتكار تحليل للحامض النووي يسمح بكشف الإصابة بالجمرة الخبيثة في أقل من ساعة. وأوضح عالم الجراثيم (فرانكلين كوكريل) الذي توصل إلى هذا التحليل أن هذه الوسيلة السريعة لاكتشاف الإصابة ستسمح للأطباء بالشروع فورًا في معالجة الأشخاص المصابين بهذا المرض، وطمأنة الأشخاص الذين لم يصابوا به، وستتولى شركة (روش) السويسرية للأدوية إنتاج هذا الابتكار وتوزيعه بسرعة على الأسواق. وقال أحد المسؤولين في الشركة: إن وضع هذا الاختبار في متناول الجميع في غضون فترة وجيزة سيكون مساهمة في مكافحة الإرهاب البيولوجي. كما تقوم شركة (سيفيد) حاليًا بتطوير نظامها بحيث يعمل باستخدام رقائق الـDNA (DNA chips) التي يمكنها تمييز البصمات الوراثية Genetical fingerprints لمئات من الأحياء الدقيقة الممرضة والمستخدمة في الحرب البيولوجية.

ثانيًا: الإنذار المبكر وتطوير نظم المراقبة الحيوية:

تقوم الإدارة الأمريكية حاليًا بتطوير نظم المراقبة الحيوية بها عن طريق ابتكار طرق جديدة لتجميع ومعالجة البيانات لسرعة الاستشعار أو التنبؤ Prophecy بقرب وقوع الهجمات الإرهابية. وتعتزم إدارة شبكة مترو الأنفاق في العاصمة الأمريكية تركيب مجسات قادرة على رصد المواد الكيماوية السامة في الشهر المقبل في محطتين من

محطات المترو. ويقوم جهاز في حجم صندوق أحذية بامتصاص الهواء باستمرار وتحليله، وعند رصد وجود أي مواد كيماوية، تنطلق صفارة إنذار موجودة في غرفة للتحكم. وكان هذا النظام يخضع للتطوير منذ عامين، إلا أن وتيرة العمل على إخراجه لحيز الوجود تسارعت بشكل كبير بعد هجمات ١١ سبتمبر. ووافق الكونجرس على تخصيص ١٥ مليون دولار لتركيب مجسات مماثلة في عشر محطات أخرى، كما يمكن استخدام هذه المجسات في المطارات ومراكز التسوق Shopping centers وغيرها من الأماكن العامة الكبرى المغلقة. ولم يكشف عن نوع الغازات التي يمكن لهذه المجسات رصدها، لكن من المؤكد أنه ليس بوسعها الكشف عن آثار المواد البيولوجية. ويؤكد العلماء المشاركون في هذا البرنامج أنه يمكن تطوير مجسات لرصد تلك العناصر في غضون العامين القادمين .

وبدأت وزارة الدفاع الأمريكية ووكالتا الصحة والطوارئ الأقليميتان في توزيع استمارات استبيان خاصة على المرضى والمترددين على العيادات العسكرية Military clinics والمستشفيات المدنية، وصممت الاستمارات لاستخدامها في نظم الاستشعار المبكر بأية هجمات إرهابية. والسبب في ذلك يرجع إلى أن المسببات المرضية لا ترى بالعين المجردة، ومن الممكن نثرها بطريقة سرّية لا يمكن كشفها عن طريق التقنيات المتوفرة حاليًا إلا بعد عدة أيام. ويبدأ الإحساس بوجود مثل هذا الخطر الداهم عندما تظهر أعراض المرض على المصابين من ضحايا هذه الهجمات.

ثالثًا: تطوير ادوية جديدة:

منذ اكتشاف حالات الإصابة بالجمرة الخبيثة في أمريكا والجدل مستمر بين المطالبة باستخدام لقاح واق ضد المرض، ورفض ذلك لصعوبة تنفيذه من الناحية العملية في الوقت الراهن، ويذكر البنتاجون أن اللقاحات التي قررها لجميع أفراد القوات المسلحة عام ١٩٩٨ وبينهم العناصر التي تتمركز في منطقة الخليج اصطدمت بعقبات غير متوقعة، بعد أن رفض جزء من العسكر وأعضاء في الكونجرس ذلك بسبب ما ظهر من آثار جانبية لهذه اللقاحات. ومع كل ذلك فإن الولايات المتحدة قد تحتاج

سنوات قبل أن تستطيع تطعيم جميع جنودها وتوفير مخزون من اللقاح يكفي جميع أفراد الشعب .

لكن كل هذا الجدال لم يمنع معهد (باستير) في باريس من إجراء تجارب لإعداد لقاح فعال على القوارض المصابة بمرض الجمرة الخبيثة. حيث توصل الخبراء بهذا المعهد العريق إلى تطوير لقاحين للبشر والحيوانات، ووضعوا نموذج اللقاح المستخدم في الحالتين استنادًا إلى بروتين يدخل في تركيبة المواد السامة في جرثومة الجمرة الخبيثة. ويعتبر نجاح التجربة مهمًا، لأن اللقاح الفعال غير متوفر حاليًا للإنسان، كما أن اللقاح المستخدم حاليًا في الولايات المتحدة له آثار جانبية ولا يوفر مناعة لمدة طويلة. ومن ناحية أخرى، أحرز الباحثون تقدمًا كبيرًا في فهم كيفية مهاجمة البكتيريا المسببة لمرض الجمرة الخبيثة Bacillus anthracis للخلايا المناعية للجسم وطرق مقاومتها، وهو ما يجدد الآمال في اكتشاف ترياق ناجع Beneficial antidote لهذا المرض المهلك.

ولقد قام فريقان من العلماء في جامعة هارفارد بأبحاث مكثفة على الفئران لدراسة طرق تطور هذا المرض، ومحاولة إيقاف البكتيريا المسببة له ومنعها من دخول خلايا المناعة Immune cells، ومن المتوقع أن تؤدي النتائج الجديدة إلى اكتشاف علاج فعال لهذه العدوى القاتلة في الأيام القليلة القادمة، وأن تلعب تقنيات الهندسة الوراثية دورًا مهمًا في إنتاج تلك الأدوية واللقاحات .

[1] إن ما يوصف اليوم بالتكنولوجيا الحيوية كان في الماضي مجرد تخيلات، ففي عام ١٩٧٣ تمكن العلماء الأمريكيون بنجاح من فصل جينات ونقلها من كائن حي إلى كائن حي آخر. ومنذ ذلك التاريخ تضاعفت المعرفة في هذا المجال وأصبحت التطبيقات الخاصة بالتكنولوجيا الحيوية تمارس عمليًا في مجال الطب والصيدلة

(1) قراءات استراتيجية: الأسلحة البيولوجية ومشاكل منع الانتشار- مركز الدراسات السياسية والاستراتيجية بالأهرام - ٢٠٠١/١/١ .

والإنتاج الغذائي، وقد أدى تطوير اللقاحات الجديدة والبحث عن طرق جديدة لمعالجة الأمراض الوراثية إلى ثورة علمية متقدمة في علم التقنية البيولوجية وخاصة في المجال العسكري الدفاعي والهجومي .

وفي ضوء التزايد التلقائي المفترض لأخطار انتشار الأسلحة البيولوجية، أصبحت إمكانيات الحماية ضد هذه الأسلحة تتطلب المزيد من الانتباه، وأدى كل ذلك إلى مجموعة من الإجراءات التي من الممكن أن تساعد على منع استخدامها ومنها :

١- عمليات الاستكشاف المخابراتية لبرامج الأسلحة البيولوجية .

٢- الحماية السلبية Negative protection والرقابة على الصادرات .

٣- الدفاع النشط والاستراتيجيات المناسبة لعمليات الردع Deterrence.

وكل هذا يمكن بدوره أن يساهم في تحقيق الأمل في الحد من استخدام الأسلحة البيولوجية بقدر المستطاع أو تركها كلية، أو الحد من الأخطار التي تسببها إلى أقل مستوى ممكن، إلا أن هناك مجموعة من الأمور يجب التغلب عليها قبل هذا وهي :

أولًا : إن عمليات استكشاف Scouting الأسلحة البيولوجية ليست ناجحة حتى الآن حيث إنه في حالة الاتحاد السوفيتي السابق والعراق لم تأت معظم البيانات من مصادر مخابراتية مطلعة، ولكن كانت كلها معلومات من بعض الفارين من دولهم وطالبي اللجوء السياسي Poltitical resorting. وفي الحالتين لم يتم توضيح طبيعة ومدى برامج هذه الأسلحة. إن الموقف أصبح إلى حد ما أكثر إيجابية، فإنه في حالة برامج الوقاية البيولوجية، وطبقًا للمعلومات المقدمة في إطار العمل الخاص بإجراءات بناء الثقة المتصل باتفاقية BWC، قامت ١٤ دولة في عام ١٩٩٥، بالكشف المبكر وتحديد الجينات المسئولة عن الأمراض، والوقاية من السموم باستخدام أقنعة الغازات، وزيادة المناعة من خلال إعطاء الأمصال والأجسام المضادة والعلاج الطبي عن طريق المضادات الحيوية .

ثانيًا : إن الكشف السريع للجينات والميكروبات الحاملة للأمراض والسموم في

الهواء والماء أو في الطعام قضية ليست سهلة. لأن الوسائل التقليدية الميكروبيولوجية بطيئة جدًا، ورغم ذلك فقد تم إحراز تقدم ملموس في هذا المجال، خاصة في الولايات المتحدة، حيث يمكن اكتشاف الدخان الملوث Polluted smoke من خلال أشعة الليزر وتحليله في فترة وجيزة. إلا أنه توجد بعض المشاكل الخاصة بالتطورات في هذا المجال وفي بعض إجراءات الوقاية .

ثالثًا : إن الإجراءات الوقائية قد تكون ذات فعالية في حالة تحديد وتعريف السموم والعوامل الحاملة للأمراض كما أن استخدام الأمصال والأجسام المضادة والمضادات الحيوية يمكن أن تمد الجسم بالحماية والوقاية من المرض بعد أي هجوم بالأسلحة البيولوجية، إلا أن الكثير من الكائنات الحية الدقيقة والسموم تمتص عن طريق البشرة، وهذا يعني أن الأقنعة لا تمنح الوقاية الفعالة ضد تسرب ونفاذ هذه العوامل إلى الجسم البشري.

وبالرغم من ذلك توجد عدة مشاكل منها :

أ- أن الأمصال ليست فعالة ضد كل أنواع الميكروبات المسببة للأمراض، كما في حالة مرض الأنثراكس .

ب- توجد لهذه الأدوية بعض الأعراض الجانبية غير المرغوبة .

جـ- عدم توفر الدواء المطلوب للعلاج بكميات كافية .

د- أن زيادة المناعة يأخذ وقتًا طويلًا .

هـ- يمكن للجانب المهاجم أن يستخدم البكتيريا التي تقاوم المضادات الحيوية .

و- كما أنه لا توجد أي حماية أو وقاية ضد الفيروسات .

وفي هذا الإطار، تحاول الأكاديمية الطبية للقوات المسلحة الألمانية في ميونيخ منذ عام ١٩٩٤ أن تبرز العدل بخصوص هذا المعيار (الشفافية Transparency) بواسطة عقد مؤتمرات سنوية خاصة بالوقاية الطبية البيولوجية، وتم تقديم العديد من

البحوث من جانب الدول الأعضاء لهذا الغرض ولكن غالبًا ما ينظر إلى عمليات الرقابة على الصادرات كإجراءات مشددة من أجل منع عملية الانتشار، وفي هذا الصدد فإن الطبيعة المزدوجة ذات الصبغة المدنية والعسكرية لأغلب المعدات والسموم والجينات الحاملة للأمراض يجعلها غير مبشرة بنتائج مأمونة في هذا المجال. ومثال ذلك أنه من ٥٣٨ تصريحًا لتصدير الكائنات الحية الدقيقة والسموم التي تم إقرارها في أمريكا رفض منها أربعة فقط عام ١٩٩٤ .

كما أن هناك المزيد من الإجراءات المتصلة بعملية الدفاع النشط عن طريق الدفاع المضاد للصواريخ وعمليات التدمير الوقائية لمصانع إنتاج الأسلحة البيولوجية. إلا أن الهجمات الوقائية ذات طبيعة إشكالية، حيث إن المصانع التي يراد تدميرها من المحتمل أن تنفجر بطريقة ينتج عنها مواد نووية ذات فاعلية تدميرية عالية .

الفصل الثاني: الجينات واللغات والشعوب

[1] الخصائص الوراثية لغة في حد ذاتها، أي مجموعة من التوجيهات الموروثة التي تنحدر من جيل إلى جيل لها مفرداتها (الجينات) وقواعدها (الطريقة التي يجري بها تنظيم المعلومات الوراثية) وأدبياتها (آلاف التوجيهات اللازمة لإبداع كائن بشري). تقوم هذه اللغة على أساس جزيئي الـDNA ذلك الحلزون المزدوج المعروف الذي أصبح أيقونة القرن العشرين .

اللغات والجينات تتطور وفي كل جيل تحدث أخطاء في النقل وبمرور الزمن تتراكم اختلافات تكفي لإنتاج لغة جديدة أو شكل جديد من أشكال الحياة، وكما تكشف اللغات الحية وآثارها الأدبية قدرًا كبيرًا حول سالفاتها المندثرة، فالجينات والمستحدثات تهيئ لنا إدراك الماضي البيولوج، ومعرفة بعض الأمور غير المتوقعة حول تاريخنا وحالتنا الحاضرة ومستقبلنا أيضًا .

لا يقتصر ما يقدم علم الحياة على مجرد الكشف عن مصيرنا الفردي، فالجينات تظهر أن بني البشر يشتركون في الكثير من إرثهم مع مخلوقات أخرى كالفئران والموز والجراثيم . كما أن الشمبانزي تخمل بصمات للأصابع وأن قدرًا كبيرًا من الـDNA عندها مشابه للـDNA عندنا . إننا نشارك في جيناتنا كثيرًا من المخلوقات. فإذا كانت جيناتنا تتبدل وتتفسخ أثناء حياتنا فلماذا لا يندثر النوع الإنساني مع تتالي الأجيال؟، يبدو أن الإجابة على هذا التساؤل تكمن في الجنس. والجنس هو الوسيلة التي تمكن الجينات المنحدرة من مختلف الأسلاف من الاجتماع مع بعضها عند الشخص نفسه .

يهيئ الجنس فرصة للتخلص من الطفرات المؤذية التي تنشأ مع كل جيل. كل رواية أو مسرحية أوعمل فني يدور حول المثلث الخالد: الجنس والعمر والموت، هذه العناصر الثلاثة ووجودنا بالذات هي مظاهر للشيء نفسه، للأخطاء في نقل الجينات أي للطفرة .

---

(1) ستيف جونز - لغة الجينات- ترجمة : أحمد رمو - الجمعية الكونية السورية .

فالإنسانية ليست بقية متحللة لسلف نبيل بل على الأصح نحن نواتج التطور، مجموعة من الأخطاء الناجحة. لقد أجاب علم الوراثة على واحد من أقدم أسئلتنا: لماذا يندثر الناس ولا تندثر الإنسانية وبمعنى من المعاني، يكمن خلاصنا في جيناتنا. فإذا ما أصيب فرد بتبدل ضار في الـDNA فإن كافة نسله سيحملون ذلك الضرر ولن يكون بإمكان أي منهم التخلص منه أبدًا مهما كان مدمرًا ما لم يعكسه تبدل آخر في الجينة نفسها وهو أمر لا يحتمل أن يحدث. وبمرور الزمن سيحدث خطأ كبير مؤذ في جينة مختلفة في السلالة العائلية وسيبدأ تفسخ الرسالة الوراثية Genetical message مع توالي الأجيال تمامًا كالتفسخ الذي يحدث داخل أجسامنا الرئة حيث تنقسم خلايانا دون مساعدة الجنس. يمارس الجنس أيضًا تأثيرًا أكثر إيجابية على التطور، فعندما تتبدل البيئة كما تفعل غالبًا، فإن بعض الجينات تكون قادرة على مواجهة التحديات الجديدة.

تحمل الخريطة الوراثية الأوروبية بضع سمات مدهشة. فالباسكيون لا يتطابقون أبدًا مع النماذج العامة، إنهم يتميزون بعدد من الملامح الفريدة فهم على سبيل المثال يحملون أعلى معدل في العالم لتكرار جينة الزمرة الدموي. وتظهر الحفريات في تلك البلاد أن السكان المحليين قاوموا التقنية الزراعية على مدى آلاف السنين وما زالوا مختلفين عن الآخرين من الأوروبيين.

واللابيون وهو شعب مترحل يعيش على الصيد البحري في شمال اسكندنافيا وفنلندة مميزون جدًّا أيضًا ويبدو أنهم انحدروا عن جماعة مختلفة من الصيادين Hunters وما زالوا يحتفظون جزئيًّا بطريقة حياتهم. ويختلف سكان سردينيا إلى حد ما عن باقي الأوروبيين ويحملون ألفة للباسكيين. وقد يكون لموطنهم وهو جزيرة دور في تقليص عدد المهاجرين Emigrants الزراعيين.

قد تروي الجينات واللغة القصة نفسها لكن الاتفاق لا يكون كاملًا دائمًا فبلاد البلقان تحتفظ بتاريخ صاخب للحركة والغزو اللذين طمسا أي قرابة بين الوحدات اللغوية الوراثية، لا ريب في أن وسائل الإعلام المعاصرة سوف تطمس بمرور الزمن الروابط بين الجينات وبين اللغات لولا أننا ما زلنا في طور من التاريخ فيه من الماضي اللغوي ما يكفي لمساعدتنا على تخمين تطور تلك الروابط. وتشير بعض التخمينات إلى البدايات المباشرة للنطق وربما إلى أصل الإنسان الحديث. ومما يثير الدهشة فعلًا أنه عندما توضع شجرة

للغات العالم بجوار شجرة وراثية تبدو الشجرتان متشابهتين إلى حد ما وتنتهي كلتاهما إلى الجزء نفسه في إفريقيا وتظهران الانفصال نفسه بين الشعوب الاسترالية والآسيوية . ولربما يثبت هذا أن اللغة نفسها ترقى إلى البداية الفعلية للجنس البشري .

(1) تمكن العلماء من التوصل إلى حجم الموروثات لدى عدة أنواع من الديناصورات Dinosaurs فقد جاء في الدراسة التي نشرتها مجلة الطبيعة (Nature) مؤخرًا بأن هناك أنواع من الديناصورات كانت عاشبة Diplodocus وبعضها كان لاحمًا والجملة الوراثية لكل منهما مختلفة عن الآخرى. وقد ميز العلماء بعد دراسة عدة سلالات منها وجود جملة وراثية صغيرة لدى هذه المخلوقات رغم ضخامة أحجامها ، ويحاول البحث الربط بين انقراض Extinction هذه الأنواع قبل ٦٥ مليون سنة وبين تركيبة أجسامها الفسيولوجية .

هذا البحث أنجزه عدد من العلماء في جامعة (هارفارد) في ماساشوستس وجامعة (ريدرز) في بريطانيا ودرسوا فيه خلايا من العظام المتحجرة لاستنباط حجم الموروثات ، كما درسوا كائنات أخرى منقرضة آكلة للحوم وضخمة لكنها لا تطير ، ويؤكد العلماء أن الارتباطات بين البنى الوراثية لهذه الحيوانات تركز الضوء على العصور التي كانت تعيش فيها والتي لم تكن معروفة وتفتح آفاقًا جديدة للبحث في طبيعة انقراض تلك الحيوانات .

وقال العلماء إن الشيء المشترك بين كل هذه الكائنات هي صغر حجم الجملة الوراثية Genetical sentence لديها ، وهي قريبة من الجملة الوراثية لدى السحالي والتماسيح Lizards and crocodiles ، وأكد العلماء أن هذه الميزة (صغر الجملة الوراثية) يجب أن تضاف إلى الميزات الأساسية للديناصورات كالحجم والانتساب إلى الفقاريات Vertebrata وغير ذلك .

حلل العلماء عظامًا لنحو ستة وعشرين نوعًا من الديناصورات ، وسعوا من وراء ذلك إلى البحث عن طبيعة الحياة التي كانت سائدة آنذاك باعتبار الجملة الوراثية أحد انعكاسات الحياة المحيطة والبيئة على وجه العموم ، ويأمل العلماء من هذا التوجه التوصل إلى نتائج

---

(1) الموروثات تكتب التاريخ- جريدة الثورة - دمشق- سوريا- ٢٠٠٧/٣/١٦ .

محققة حول صورة الحياة وطبيعة الكائنات التي عاشت آنذاك وذلك كمحاولة لقراءة التاريخ عبر البيولوجيا، خاصة في زمن قدمت فيه الدراسات في علم الوراثة والجينات الكثير مما لم يكن معروفًا، فهل تختزن مورثات الديناصورات جزءًا من تاريخ الكرة الأرضية؟

التاريخ الوراثي[1]: Genetic dating

اعتمد التأريخ الوراثي حتى عهد قريب جدًا على استعمال منحنى المعايرة. واستخدمت في وضع منحنى المعايرة هذا الوقائع الجيولوجية والحفرية التي حدثت في تواريخ معروفة والتي يمكن اعتبارها نتيجة حوادث بيولوجية معروفة في السجل الحفري (مثل تشعب الثدييات واختفاء الديناصورات). أما تاريخ الوقائع البيولوجية - مثل تمايز الثدييات أو انفصال الخط التطوري إلى الشمبانزي والبشر - فقد حُسب بعدد الفروق في البروتينات أو في نوتيدات مقاطع DNA معينة. يمكن أن يرسم منحنى المعايرة لمثل هذه الفروق إذا وضعت في رسم بياني مع تواريخ الوقائع المناظرة. بهذه الطريقة يمكن أن نقرر أن تاريخ انفصال الإنسان عن الشمبانزي قد حدث منذ نحو خمسة ملايين سنة، أما تاريخ انفصال الأفارقة عن غير الأفارقة فقد أرخ بنحو ١٤٣ ألف سنة مضت، وقد تم ذلك باستخدام نتائج DNA السبحيات. وهذا التأريخ وهو أحدث تقرير لتاريخ ميلاد من سميت (حواء الأفريقية) ليس هو بالضرورة تاريخ الاستقرار في القارات الأخرى خارج إفريقيا، وإنما هو تاريخ آخر الأقارب الشائعة، والأغلب أن يكون تاريخ الاستقرار أقدم من هذا.

أما محاولات إدخال طرق التأريخ المطلق في التأريخ الوراثي، فقد لجأت إلى قياس معدلات الطفور. ومن بين الصعوبات أن معرفتنا بمعدلات الطفور عادة ما تكون فقيرة جدًا، ثمة صعوبة أخرى تتلخص في أن كل الطرق ترتكز على عدد من الفروض وبالذات على أنماط معينة لمعدلات النمو لم تختبر كما يجب، أو أنها غير قابلة للاختبار. ظهرت طريقة حديثة للتغلب على هذه الصعوبات، وذلك باستخدام واسمات وراثية Genetic

(1) لويجي لوقا كافللي - الجينات والشعوب واللغات- ترجمة د. أحمد مستجير - ٢٠٠٤ .

markers تسمى التوابع الدقيقة بهذه التوابع معدلات طفور مرتفعة، أمكن تقديرها بدقة كبيرة على عكس كل معدلات الطفور الأخرى، وكانت نتائج أول تقرير جاء عن هذه الطريقة تشبه كثيرًا نتائج (حواء الإفريقية). لدينا الآن أسباب لتصحيح هذا التاريخ، فقد أظهرت الملاحظات أن طفور التوابع الدقيقة أكثر تعقيدًا مما كان مفترضًا، وبالنظر إلى هذه التعقيدات المضافة فإن التاريخ السابق قد نُصِّف تقريبًا .

قادت التقديرات القديمة إلى تواريخ مبكرة لتوسع الإنسان الحديث، ما بين ١٠٠٠٠٠ و ٢٠٠٠٠٠ سنة مضت لكنها لم تأخذ في الاعتبار الديناميكية المتفردة للتوسع والتزايد الهائل الذي سببته في حجم العشيرة. هناك عدد من التأريخات الوراثية المستقلة الحديثة تُقَرِّب بداية التوسع من أفريقيا إلى ٥٠٠٠٠ سنة، وهذا تاريخ اقترحه لأول مرة الأنثروبولوجي (ريتشارد كلاين) بناء على بحوث أركيولوجية .

قريبًا سينشر (بيتر أندرهيل وبيتر أوفنر) من جامعة ستانفورد مجموعة بيانات كروموسوم Y، التي ستعزز هذه الادعاءات وتدعمها ببيانات من نظم وراثية أخرى، وتثري تفهمنا للتوسع. حدث أخطر تطور بأفريقيا على الأغلب في الشرق والجنوب، وربما ابتدأ أول توسع من شرق أفريقيا إلى جنوب وجنوب شرقي آسيا، ليستمر من هناك جنوبًا إلى أوشانيا وشمالًا إلى الصين واليابان وسيبريا، وأخيرًا إلى أمريكا. وليس من المستغرب أن تحمل أواسط آسيا تباينًا وراثيًا ضخمًا، حيث استوطنها الإنسان مهاجرًا من اتجاهات عديدة. كما بدأ استيطان أوروبا منذ ٤٠٠٠٠ عام من خلال العديد من المصادر منها المغرب وتونس والشرق الأوسط وتركيا .

[1] توت عنخ آمون اللغز المحير يرفض كشف أسراره، ورغم أن الملك توت عنخ آمون نال شهرة واسعة منذ اكتشاف مقبرته على يد العالم الإنجليزي (هوارد كارتر) عام ١٩٢٢ إلا أن الفرعون الذهبي Golden pharaoh الصغير ما يزال يمثل لغزًا محيرًا أمام علماء المصريات في العالم، فالملك الصغير لم يحقق في حياته كفرعون أمجادًا مثل الذي حققه غيره من الفراعين غير أن اكتشافه أحدث دويًا كبيرًا وكان من أهم الأحداث البارزة في القرن

---

(1) كنوز الملك توت عنخ أمون- جريدة الثورة - دمشق- سوريا - ٢٠٠٧/٣/١٦ .

العشرين. ومنذ اكتشافه ما تزال التساؤلات تقف حائرة حول حياته، أصوله، نشأته، انتمائه، ظروف وفاته وكنوزه ولم تتوقف محاولات العلماء لفك طلاسم هذا الفرعون الذي يمثل حلقة مفقودة في التاريخ الفرعوني. وشهدت القاهرة مؤخرًا محاولة تقدمت بها بعثة علمية من جامعة (واسيدا) اليابانية تستند إلى تجربة جديدة ومثيرة وهي استخدام الـDNA للبحث في الجينات الوراثية لمومياء Mummy توت عنخ آمون من أجل التوصل إلى حقيقة أصول هذا الملك الصغير والأسرة التي ينتمي إليها.

وأثار الهدف الذي تسعى إليه البعثة اليابانية الكثير من التخوفات والخلافات بين علماء الآثار بمصر فمنهم من يرى ضرورة إجراء هذه التجربة للكشف عن ألغاز توت الصغير بينما يرى آخرون عدم جدوى هذه التجربة ويشككون في أهداف هذه البعثة وأن لها أغراضًا أخرى. ورغم أن المجلس الأعلى للآثار قرر تأجيل عمل هذه البعثة إلى أجل غير مسمى إلا أن القضية ما زالت مثارة ما بين الدعوة إليها أو رفضها في الأوساط العلمية والأثرية. ويؤكد د/ مصطفى العبادي عضو اللجنة الدائمة للآثار على أهمية إجراء هذه التجربة لإتاحة الفرصة لاكتشاف المزيد من الحقائق العلمية وكشف ألغاز هذا الفرعون الصغير. ويقول: إنه لو كان هناك أي مجال لحدوث أضرار بالمومياء من جراء هذه التجربة فإننا كعلماء آثار وأعضاء في اللجنة الدائمة لن نوافق على قيام هذه البعثة بعمل أية دراسات وخاصة أن الجزء التي سيتم إجراء البحوث عليه لن يزيد على ملليمتر واحد من جسد المومياء، كما سيتم إجراء هذه التجارب داخل مصر وفي حضور علماء الآثار وأساتذة التحاليل المصريين كما أن الهدف من هذه الاختبارات هو تأكيد الحقائق وإثباتها بالطرق والأساليب العلمية المتطورة واكتشاف الأشياء المجهولة الخاصة بهذا الملك.

من جهة أخرى يقول د. نصر اسكندر أستاذ صياغة الآثار وخبير المومياوات إن تاريخ الأسرات الفرعونية مرتبك في معظمه ويتضمن أسرارًا غير معروفة ويحاول الباحثون الكشف عنها، ولذلك فإن هذه الدراسات تفيد في ترتيب أوراق التاريخ وتمنع اختلاط الأنساب، وحتى نتمكن من معالجة المومياء يجب التعرف على مكوناتها وبدون الـDNA كيف نتعرف على المعلومات المطلوبة.

وأكد د. زاهي حواس مدير عام منطقة آثار الهرم أن أعمال مثل هذه البعثات الأجنبية قد تفتح المجال أمام الخرافات والأباطيل التي يروق للبعض إطلاقها حول التاريخ

المصري القديم، فمن الممكن أن تخرج علينا نتائج مغلوطة تدعي أن هذه المومياء تعود إلى أصول غير مصرية. ويضيف أن اختبارات الـDNA لم يثبت لها جدوى علمية على المومياوات حتى الآن فلماذا يتم تجربتها الآن؟. وكذلك يعترض د. محمد صالح مدير عام المتحف المصري السابق على إجراء مثل هذه التجارب مؤكدًا أنه سبق وأن أجرتها جامعة أمريكية منذ ٨ سنوات ولم تصل إلى شيء ولم تعلن حتى هذه اللحظة نتائجها وخاصة حول العلاقة الوراثية بين توت عنخ آمون وأمنحتب الثالث، كما أخشى أن تكون هذه التجربة مجرد دعاية إعلامية أكثر منها أهدافًا علمية خاصة وأن استخدام DNA خلايا المومياوات لم يظهر أي نتائج من قبل. ومنذ فترة مضت قام أستاذ طب أسنان بأمريكا بفحص المومياوات الملكية Kingship mummies بأشعة X وحاول التأريخ للعائلات الملكية بفحص الأسنان وشكل الرأس والجمجمة Skull، وأصدر كتابين في ذلك استفاد هو من ترويجهما ولكن ظلت المشكلة لتوت عنخ آمون أنه كان ملكًا يحيط به الغموض حتى في نسبه، هل أبوه هو إخناتون أم أمنحتب الثالث.

أما د. محمد عبدالرحمن أستاذ الآثار المصرية بإحدى جامعات ألمانيا يقول: بداية أود التأكيد على أن المومياوات تراث Heritage لا يجب العبث به وخاصة مومياء توت عنخ آمون التي شهدت العديد من أعمال البحث والمحاولات المستمرة لكشف ألغازها حتى أصيب معظمها بأضرار بالغة نتيجة هذه المحاولات، ويجب أن نعلم أن ما تبقى من مومياء الملك الصغير ليس كثيرًا ولذلك يجب حمايتها من أي عبث تحت دعوى البحث بأساليب جديدة.

وعن استخدام الـDNA وهل يمكن استغلاله في استنساخ مومياء أخرى لتوت عنخ آمون عن طريق العينة المأخوذة يقول د. أحمد مستجير أستاذ علم الوراثة ليس مستغربًا استخدام هذه العينة في الاستنساخ إن عاجلًا أو آجلًا لأن التجارب في هذا السياق تتطور باستمرار.

[1] يقول كبير العلماء في شركة (جينوم كوربوريشن) البروفيسور (جوزيف سمي) إن

(1) أ/ علي عبدالهادي الأعرج - alnassr.com .

الشعب السعودي والشعب الأيسلندي يعدان من أكثر الشعوب المنعزلة تاريخيًا ولم يقوما بالتزاوج مع شعوب أخرى بسبب الجغرافيا إلى جانب أسباب أخرى دينية وعرقية واجتماعية، مما يمثل ذلك إغراءً علميًا بالنسبة لشركات الأدوية وعلماء البحث الجيني خاصة أنهم ينظرون إليهم كنماذج علمية ناجحة تنقل علم الأمراض إلى عصر جديد يتمثل في دواء لكل مجتمع، ويوضح د. جوزيف أن الشعوب المنعزلة Isolated nations عبر التاريخ غير معقدة جينيًا على عكس الشعوب المختلطة. فمثلًا دخل الإنجليز بلاد الشام وفلسطين ولم يدخلوا الجزيرة العربية التي احتفظت بامتيازها العرقي لكونها عربًا داخل الصحراء، ويقول إن تلك الميزة هي علميًا في غاية الأهمية لأن أي تبدل جيني في الخلفية البسيطة يمكن ملاحظته سريعًا، على عكس الشعوب التي لها خلفية معقدة.

وأضاف جوزيف بأن أيسلندا قامت أخيرًا بإصدار قانون يحرم بيع مخزونها الجيني لأي جهة خارج أيسلندا، كما قامت بتأسيس شركة وطنية هدفها التنسيق بين الشركات الأجنبية الراغبة في دراسة الخريطة الجينية للشعب الأيسلندي وبين الحكومة. كما ينصح الحكومة السعودية بضرورة إصدار قانون يمنع بيع المخزون الجيني للشعب السعودي اعتمادًا على قانون الشرعية القومية الجينية العالمية الذي أصدرته الأمم المتحدة عام ١٩٩٧، وأن تقوم الحكومة بنفسها بإصدار كتالوج خاص بالخريطة الجينية لشعبها إلى جانب بنك جيني من أجل تصنيع أدوية خاصة بهم من خلال شركات وطنية تعتمد على خبراء أجانب.

كما يمكن الاستفادة منه أيضًا في مجال تتبع الجذور العائلية والقبلية Tribalism.

وأضاف إن من الشعوب الأخرى التي تغري العلماء وشركات الأدوية بسبب نقاء عرقها الشعب الأستوني بسبب انعزاله في الجزر، كما أن الأفغان يتميزون أيضًا بصفاء جيناتهم بسبب انعزالهم الاجتماعي نتيجة طبيعة بلادهم الجبلية. ويؤكد بأنه علم من بعض المصادر العاملة في الحقل الجيني بأن هناك شركات أبحاث أمريكية تقدمت بطلب سري إلى حكومة الولايات المتحدة من أجل الحصول على عينات من جينات الشعب الأفغاني لدراستها ومعرفة كيف تكون الجينات البسيطة التي لم تتعرض لأي تبدل جيني على الرغم من مرور مئات السنين.

[1] **الجغرافيا لا الوراثة مفتاح التاريخ:**

١- لماذا كان الأوروبيون، لا الأفارقة ولا القبائل الأمريكية الأصلية ولا سكان أستراليا الأصليون، هم أول من توصلوا إلى البندقية وإلى أسرار الجراثيم وإلى الفولاذ Steel؟ لماذا طورت بعض الشعوب قبل غيرها البنادق والجراثيم والصلب ولم تطورها أبدًا شعوب أخرى؟ لماذا سلكت الشعوب المختلفة دروبًا من التاريخ مختلفة؟ والإجابة هي أن تاريخ الشعوب سلك دروبًا مختلفة بسبب فروق في بيئات هذه الشعوب، لا بسبب اختلافات بيولوجية بينها.

٢- في أول صدام تاريخي بين العالمين القديم والجديد (نوفمبر ١٥٣٢) هُزم إمبراطور الإنكا وفقد عرشه وحياته، لأن جيوشه كانت مسلحة بالحجارة والهراوات، بينما كان خصومه الأسبان يحاربون بالسيوف والبنادق والخيل، فضلًا عن أن الأوبئة Epidemics كانت هي الأخرى تشارك في التمهيد للهزيمة.

٣- يقال إن الجو البارد يثير الذكاء Intelligence، بينما تتسبب الأجواء الحارة الرطبة الاستوائية في تقليص الإبداع والنشاط، كما أن التباين في المناخ بين فصول السنة على خطوط العرض العليا، يتطلب أن يكون الفرد مبتكرًا كي يعيش، لكن هذا التفسير خاطئ. فشعوب شمال أوروبا لم تسهم بشيء ذو أهمية للحضارة الأوروآسيوية حتى الألف سنة الأخيرة، وإنما وصلهم ما أنجز من تطورات تمت بالمناطق الأدفأ، من أوراسيا (كالزراعة والتعدين والعجلة والكتابة).

[2] لقد عمل جاريد دياموند في مجال الفسيولوجيا الجزيئية والبيولوجيا التطورية، متخصصًا في تطور الطيور، فدرسها في جنوب أمريكا وجنوبي أفريقيا وأستراليا، ثم في غينيا الجديدة. هناك اقترب اقترابًا مباشرًا من المجتمعات البشرية ذات التكنولوجيا البدائية Primitivist technologies. وهو يؤكد تأثير الحتمية البيئية في تاريخ التطور الحضاري للإنسان على أهمية المكان الذي قد يكون عبقريًا إذا استخدمنا المصطلح الذي

(1) ليست هناك شعوب أذكى من شعوب- مجلة الكتب - العدد العاشر- نوفمبر ١٩٩٩.

(2) جاريد دياموند - تاريخ ثلاثة عشر ألف عام من التطور الحضاري للبشر. ترجمة: د. أحمد مستجير.

استعمله الدكتور جمال حمدان، وقد يكون شحيح الموارد قفرًا. الإنسان كما يقال ابن بيئته، جغرافيا المكان الذي يعيش فيه تحدد مسار تطوره ولذلك تتباين الشعوب في مساراتها الحضارية تبعًا للجغرافيا. جغرفة التاريخ البشري بناء على ذلك تنفي فكرة أن يكون التباين الحالي بين الشعوب في الحضارة Civilization قد نشأ عن اختلافات وراثية بينها، وتنفي فكرة الحتمية الوراثية Genetical determinism التي تسود الآن في مجتمعات الغرب، وإن كان (دياموند) في كتابه لم يلتفت كثيرًا إلى أطروحات الحتمية الوراثية هذه، ولم يهتم بالرد عليها، وإنما انشغل تمامًا بتوطيد قضية الحتمية الجغرافية، فهي في ذاتها أبلغ رد. والحق أن كتاب دياموند قد وطدها بشكل مذهل ورائع، حتى لتتساءل بعد قراءته: لماذا لم يفكر فيها هكذا أحدًا قبله؟ حتى ليقول أحد المعلقين أن (دياموند) قد ابتكر علمًا جديدًا: طريقة كمية وعلمية لكتابة التاريخ.

إننا نعيش الآن ثورة الوراثة الجزيئية، ثورة غدت بحيث يعزي فيها البعض كل صفة بشرية إلى الجينات. جيناتك قدرك ولا مفر، ثورة يأخذها البعض على أنها تقول إن (كل شيء في الجينات، إلا أن تدهسك سيارة) بل إن هذا الاستثناء قد وجد من يعارضه لأنك أو السائق قد تكون مدمنًا Addict وراثيًا للمخدرات Anesthetics. حتى عندما قتل ابن الرئيس كينيدي في حادث طائرة في يوليو ١٩٩٩ وجدنا من يظن أن هناك جينًا للتراجيديا في عائلة كينيدي، ومن شأن هذه الحتمية الوراثية أن تؤدي إلى أن توسم بعض السلالات البشرية بالتخلف الذهني، لأنها طول تاريخها لم تطور حضارة كحضارة الغرب المعاصرة. وأمامنا كتاب (منحنى الجرس) الذي ظهر عام ١٩٩٥ يؤكد أن السود أغبياء بالوراثة، ويدعي أن هناك من الشواهد العلمية الوراثية ما يدل على ذلك، سوى أن أيا من مؤلفي الكتاب لا علاقة له بعلم الوراثة.

وواقع الأمر يقول إن الوراثيين يؤكدون أنه ليس ثمة جينات تجعلك مصريًا، وأخرى تجعلك إنجليزيًا أو صينيًا أو أستراليًا، فهذه بطاقات ثقافية وليست وراثية، وإلا فإنها ستعني أن هناك جينات يحملها كل فرد في العشيرة ولا يحملها أي فرد من أية عشيرة أخرى. ولن نجد مثل هذه الجينات أبدًا، فليس ثمة ما يسمى عشيرة نقية Pure population إنما توجد الجينات المختلفة في كل العشائر بتكرارات قد تتباين.

أجري مؤخرًا استفتاء في أسكتلندا وافقت فيه الأغلبية على إنشاء برلمان أسكتلندي

وحكومة أسكتلندية محلية. والمعنى التحتي لهذا هو أن هناك سلالة أسكتلندية تختلف عن السلالة الإنجليزية. لكن التاريخ يقول إنه لم يكن في الحق ثمة شيء اسمه شعب أسكتلندي حتى عام ١٨٢٢ عندما زار الملك جورج الرابع مدينة أدنبره، وقرر أن يمنح الناس هوية قومية لم يفكروا هم فيها أبدًا، ليقوم السير (والترسكوت) بخياله الواسع بابتكار أسطورة عرقية لشعب أسكتلندي.

فإذا ما عدنا إلى بيان عن السلالة الذي صدر عام ١٩٥٠ عن هيئة اليونسكو ليلخص نظرة البيولوجيا آنذاك إلى السلالات البشرية فسنجده يقول: إن فكرة السلالات ليست إلا أداة ملائمة للتصنيف Classification، وأن الفروق بين المجاميع البشرية قد نشأت عن تجمعات متباينة من الوراثة والبيئة. كما أن التقسيم بالسلالة لا يتوافق بالضرورة مع الفروق العرقية أو الثقافية، ولا يوجد أي إثبات بأن المجاميع البشرية تختلف في خصائصها الذهنية الفطرية. لكن نظرة البيولوجيا الجديدة الآن قد تختلف. فلقد عاد إلى الساحة وبقوة مفهوم الحتمية الوراثية بعد أن اختفى عقب نهاية الحرب العالمية الثانية وسقوط النازي. عاد هذا المفهوم مع الثورة المعاصرة في علم الوراثة، التي يرى الكثيرون في الغرب أنها ستوفر البراهين التجريبية التي لا لبس فيها ولا غموض على وجود الاختلافات الوراثية الذهنية بين الأعراق البشرية.

ولقد بلغت الثورة الوراثية أوجها مع بداية المشروع العالمي للجينوم البشري Human genome في أول أكتوبر ١٩٩٠ (الجينوم هو مجمل المادة الوراثية التي تحملها خلية الفرد). فهذا أكبر مشروع بيولوجي في التاريخ، يكاد يقارن بمشروع أبوللو، ويهدف إلى تشريح الجهاز الوراثي البشري لآخر حرف فيه ومعرفة تركيب كل الجينات البشرية. يعمل هذا المشروع على عينات من المادة الوراثية مأخوذة من كل السلالات البشرية. ومن المؤكد أن المشروع سيجد اختلافات وراثية بين السود والبيض، فهناك بين الجينوم الخاص بي والجينوم الخاص بك اختلافات تصل في المتوسط إلى ثلاثين مليون حرف، ويوجد بالجينوم البشري نحو ثلاثة آلاف مليون قاعدة ومعظم المادة الوراثية ليست جينات. فإذا ظهرت النتائج الكاملة للمشروع كما هو مخطط، فلنا أن نتوقع أن يملأ الدنيا ضجيج الإعلام الذي سيثيره معتنقو الحتمية الوراثية، مؤكدًا أن الوراثة الجزيئية قد أثبتت وجود اختلافات عرقية، وأن هذه الفروق هي السبب فيما نراه من تباينات Variations

في مستوى الحضارات المعاصرة .

هناك مشروع عالمي آخر أود هنا أن أنبه إليه على الرغم من كل ما قيل ضده ألا وهو مشروع تنوع الجينوم البشري والذي سيقدم التعضيد والإجابات على الكثير من الأفكار والأسئلة التي يثيرها كتاب (دياموند)، وقد بدأ تنظيمه في سبتمبر ١٩٩٣ ، وهو ليس جزءًا من مشروع الجينوم البشري ، وإن كان يخطط للاستفادة من التقنيات التي أنجزها وينجزها هذا الأخير . يهدف مشروع التنوع هذا إلى توثيق التباين الوراثي لجنس البشر ، ويقوم عليه وراثيون، أنثروبولوجيون، أطباء، لغويون، علماء وغيرهم من مختلف أنحاء العالم، يجمعون ويحللون المعلومات عن التراكيب الوراثية لجنس البشر .

ما يطمع إليه منظمو المشروع من النتائج التي سيتوصلون إليها :

(١) في تفهم أوسع لتاريخ العشائر البشرية وأصولها : من أين أتوا؟ ومتى؟ أية قرابات وراثية تربطهم؟ أي دروب جغرافية جاءت بهم إلى حيث هم؟ كيف تأقلموا مع بيئاتهم؟ وبأية سرعة؟ أية ابتكارات تقنية تعزى إليهم؟ كيف كانت تتفاعل مجتمعاتهم على مدى التاريخ داخليًا وفيما بينها؟ لماذا كان لصفاتهم ولغاتهم أن تتطور؟ هل حدثت في تاريخهم ذبذبات حادة في العدد بسبب أمراض وبائية مثلًا؟

(٢) توفير النتائج نبعًا ثقافيًا علميًا ثريًا هائلا ، فالقضية المحورية للمشروع قضية ثقافية ، وستلقي ضوءًا كثيرًا على مختلف الدعاوى والأفكار التي يعج بها كتاب دياموند .

(٣) معرفة ما إذا كان الأمريكيون الأصليون قد وصلوا إلى أمريكا من آسيا في موجات هجرة متعددة ، أم أن هناك جماعة واحدة فقط قد هاجرت إلى هناك وانتشرت وكانت السلف لهم جميعًا .

(٤) معرفة كيف انتشرت اللغات الهندوأوروبية خلال آسيا وأوروبا .

(٥) تقديم الأدلة العلمية Scientific proofs لتأكيد وتعضيد ما أوضحته دراسات العشائر بالفعل من أن ليس ثمة ما يسمى سلالات بشرية محددة .

(٦) حسم الخلاف المزمن حول ما إذا كان الإنسان المعاصر (هوموسابيس Homo sapiens) قد نشأ أصلًا في أفريقيا أم على اتساع العالم كله .

يحاول المشروع جاهدًا أن يسرع في عمله قبل أن تختفي بعض الجماعات البشرية

الضئيلة العدد ككيانات منفصلة بسبب التمدن أو غيره من القوى . ففي الوقت الذي يتزايد فيه اهتمامنا بدراسة التنوع Diversity في الأنواع الحية التي تعمر معنا الأرض ، لا يعقل أن نتجاهل التنوع في جنسنا نحن .

يقال أن هناك عددًا من العشائر البشرية يتراوح ما بين أربعة آلاف وثمانية آلاف ، وإن كان تحديد تعريف العشيرة ليس دقيقًا . والمشروع يهدف مؤقتًا إلى جمع عينات من DNA خمسمائة من هذه العشائر خلال خمس سنوات ، سيقوم الباحثون من كل عشيرة من هذه العشائر (بعد موافقة الحكومة المعنية) بجمع عينات من أفراد عشيرتهم ، ليحلل محتوى الـDNA لها لتقدير تكرارات مجموعة ثابتة يتفق عليها من الجينات والواسمات الوراثية (قد يكون عددها مائة) . وتضم هذه المجموعة واسمات تقليدية معروفة ، مثل جينات مجاميع الدم Blood groups ، بجانب الكثير من التباينات في مواقع معينة من سقط الـDNA (Introns) أي الذي لا يشفر ، كتلك التي تستخدم في ساحات القضاء لتحديد البصمة الوراثية . مجموعة الواسمات هذه ستكون إذن محايدة لا تصلح أن تربط بذكاء أو بحضارة .

ستكون هناك اختلافات وراثية بين الشعوب أو السلالات سببها الصدفة الناجمة عن صغر حجم تحت العشائر الرواد والانتخاب الطبيعي الذي سيرفع تكرار جينات وطفرات تلائم الحياة في البيئة ، ويخفض تكرار جينات أخرى غير ملائمة . هذا ما قد تقوله نتائج مشروع التنوع . وستكون هناك اختلافات سببها الجغرافيا والبيئة .

نحن عادة نحدد السلالة بلون البشرة ، هؤلاء سود وهؤلاء بيض ، حتى ليتدخل لون البشرة كثيرًا في اختيار القرينة أو القرين . ولون البشرة صفة وراثية يتحكم فيها عدد من الجينات يقل عن عشرة (صفة كمية) . فهل يعقل أن يتوقف المستوى الحضاري لشعب على مثل هذا العدد القليل من الجينات؟ على ثمانية جينات أو عشرة من بين مائة ألف؟ إن عدد الجينات الذي يحدد مختلف مجاميع الدم في البشر يزيد على هذا العدد ، فلماذا لم نربط بينها وبين المستوى الحضاري للشعوب؟ لقد لعب الانتخاب الطبيعي دوره في تركيز الجينات التي لها القدرة على مواجهة الظروف البيئية التي يتعرض لها كل شعب لتزداد تكراراتها فيه ، ويلزم أن نحدد الظروف البيئية التي ترفع من تكرارات الجينات (الحضارة) في شعب دون آخر ، إذا كانت لنا جميعًا أرومة واحدة . كم يا ترى سيكون عدد مثل هذه

الجينات؟ وماذا يا ترى ستكون منتجاتها من البروتين التي تتسبب في هذه الفوارق بين الشعوب في الحضارة؟ ثم، أية ظروف بيئية ستكون هذه؟ إن صفات كالحضارة والذكاء هي صفات يصعب تحديد معناها. هي مصطلحات ثقافية وليست وراثية.

[1] متى كانت بداية الحياة؟ هل كانت بدايتها منوطة بظهور خصائص الـDNA كما في بعض الترجمات؟ أم أنها بدأت لاحقًا بظهور الخلية، أي بظهور أول جملة عضوية ذات غشاء يحدد فضاءً داخليًا وآخر خارجيًا، تتصف بالقدرة على التمثيل Assimilation، ومزودة بأول برنامج (في حالة جنينية) للتكاثر؟ هل كان ظهور الحياة هذا مرادًا (من فوق)، أم أنه ثمرة محض المصادفة؟ ما هو دور الجينات؟ علمًا أننا نشترك مع الشمبانزي في ٩٨,٤٪ من الجينات، لكن حصتنا منها أقل من بعض النباتات كالأرز، هل العدد هنا مكافئ للقيمة؟ أليس الأمر برمته نتيجة توالفات عناصر ما تزال عصية على فهمنا المحدود؟

هل يجوز لنا الكلام عن جينات الذكاء ونحن نعلم أن الطفل، حتى إذا ولد من أبوين عبقريين، لن يبلغ مرحلة إتقان لغته الأم، بل سيبقى طفلًا بريًا ما لم يستحم في الحمام الثقافي المناسب؟ هل يحل لنا القول بأن ثمة جينات تؤهب للشيزوفرينيا حينما يتبين لنا أن العديدين من حملة هذه الجينات المعيبة، الذين يهددهم أصلًا بعض أرباب العمل أو بعض أصحاب شركات التأمين بالطرد والإقصاء، لا يظهر لديهم في النهاية أي مرض؟

باختصار، فإن السؤال الملح هو: هل نحن بيولوجيًا مسيرون؟ هل مصيرنا محتم؟ وإذا كان الأمر كذلك، فهل هو محتم قليلًا أو محتم كثيرًا؟ وماذا لو أنه غير محتم على الإطلاق؟

يذهب (ألبير جاكار) كما يذهب (أكْسِلْ كاهن) اللذان يتفقان على هذه النقطة في كتابهما (الحواري لمستقبل ليس مكتوبًا)، إلى أن السلاسل السببية المتداخلة والمتواشجة التي تفضي إلى ولادة كائن بشري (الجينات، شروط الحمل، الوسط الوالدي، التربية، التغذية، إلخ) هي من التعقيد بحيث يتعذر التكهن بمآل أي شيء. ما من شيء إذن مكتوب سلفًا: كل شيء يبدع آنيًا . . .

(1) أحمد تموز - المستقبل ليس مكتوبًا، صيرورة بلا نهاية- .Maaber.50megs.com

وحتى إذا أبدت بعض الجينات أنها تتيح إمكانية تحتيم المصير ، فإن هذه الإمكانية لن تظهر إلا في أعقاب تتالي شروط أخرى، غير وراثية، تتخطى قدراتنا على الحساب والتحليل . مجال الممكن ليس لازمًا ، ولا قابلًا للترقيم، ولا محتومًا ، الحتمية الوراثية الذي تذهب إليها المدرسة الأمريكية مؤخرًا (ودين هذه وديدنها العثور على جينات لكل صغيرة وكبيرة في السلوك البشري، من العبقرية إلى الإجرام) والتي قد يستغلها المذهب العنصري وغيره من مذاهب الإقصاء، هي ضلالة في نظر هذين العالمين .

تعريف بعض المصطلحات

* Heterozygote الخليط: فرد يحمل أليلين مختلفين لجين على فردي زوج من الكروموسومات .

* Dominant سائد: هو مصطلح يستخدم لوصف صفة معينة تتظاهر في شخص يكون مختلف الأمشاج (أو متماثل الأمشاج) بالنسبة للجين المسؤول عن هذه الصفة .

* Recessive متنحي: مصطلح يستخدم لوصف صفة معينة تتظاهر فقط في الأشخاص متماثلي الأمشاج بالنسبة للجين المسؤول عن هذه الصفة (ولا تظهر في مختلفي الأمشاج) .

* Exon إكسون: هو جزء من الجين يمثل في المنتج النهائي للـRNA المرسال المشذب .

* Intron إنترون: هو جزء من الجين لا يمثل في الـRNA المرسال النهائي، لأنه تتم إزالته أثناء تشذيب وعقد قطعتي الإكسون الموجودتين على كلا طرفيه .

* Expressivity التعبيرية: هي الدرجة التي يستطيع بها الجين أن يعبر عن نفسه ظاهريًا "شدة وضوح السمة ظاهريًا" .

* Gene expression تعبير الجين: العملية التي بها تتحول معلومات الجين المشفرة إلى التراكيب الموجودة بالخلية .

* Penetrance النفاذية: هي نسبة الأفراد الذين يحملون نمط جيني معين وفي نفس الوقت يحملون النمط الظاهري الموافق له .

* Complete penetrance النفاذية الكاملة: تحدث عندما نرى صفة سائدة تتظاهر بكل الأفراد الذين يحملون واحدًا على الأقل من الجينات الموافقة لها، أو عندما نرى صفة متنحية تتظاهر بكل الأفراد الذين يحملون كلا الجينين الموافقين لها .

* Incomplete penetrance النفاذية غير الكاملة: تحدث عندما لا يعبر النمط الجيني عن نفسه دائمًا بشكل نمط ظاهري موافق، كأن يحمل شخص ما مثلًا الجين المسبب للنوروبلاستوما (وهي صفة سائدة) دون أن يصاب بهذا المرض، فنقول إن جين

النوروبلاستوما هو جين ذو نفاذية غير كاملة .

* Genotype النمط الجيني : هو البنية الجينية ، أو المحتوى الجيني للفرد .

* Phenotype النمط الظاهري : هو شكل ، أو مظهر الفرد ، وهو مجموعة الصفات التي يحملها الفرد سواء كانت هذه الصفات محسوسة كلون العينين أو كانت داخلية غير مدركة بالحواس العادية كنوع زمرة الدم ، والنمط الظاهري عادة ينتج من التأثير المتبادل بين النمط الجيني للفرد والبيئة المحيطة به .

* Karyotype النمط النووي : هو عدد وحجم وشكل الصبغيات في الخلية .

* Chromatid الشق الصبغي : هو واحد من الخيطين الصبغيين ، اللذان يتصلان ببعضهما بالسنترومير المركزي ويشكلان مع بعضهما الصبغي .

* Allele أليل : هو الشكل البديل أو المغاير لمورثة ما (لجين ما) ويحتل نفس الموضع على الصبغي الآخر لزوج معين من الصبغيات .

* Clone نسيلة : هي مجموعة من الخلايا لها نفس البنية الجينية ومشتقة كلها من خلية واحدة عن طريق انقسام جسمي متكرر .

* Concordance التوافق : ظهور نفس الصفة في كلا فردي التوأم .

* Proto- oncogene جين السرطنة : جين خلوي طبيعي يمكن أن يتحول إلى جين مسرطن .

* Oncogenes جينات الأورام : هي جينات تساهم في النمو غير السوي للخلايا السرطانية عندما يحدث تغيير في بنيتها أو في التعبير عنها .

* Recombinant DNA (DNA مُطعَّم) : الـDNA الهجين الناتج في المعمل عن وصل قطع DNA من مصادر مختلفة .

* Genetic code شفرة وراثية : تتابع النوتيدات المشفرة في ثلاثيات على طول الـmRNA ، الذي يحدد تتابع الأحماض الأمينية عند تخليق البروتين .

* Plasmid البلازميد : هو جزئ DNA بسيط دائري الشكل يتضاعف مستقلا عن كروموسومات الخلية ، يستخلص من الميكروبات ويمكن تعديله واستخدامه كناقل أو حامل

"Vector" لكلونة الـDNA .

* Splicing تشذيب : هي إزالة الـIntrons من جزئ الـRNA غير الناضج ووصل الـExons مع بعضها .

* Synteny : مصطلح يستخدم لوصف الجينات الموجودة على الصبغي نفسه .

* Antigen أنتيجين : أي عامل ممرض يتسبب دخوله جسم الكائن الحي في حثه لتخليق جسم مضاد .

* Enzyme إنزيم : بروتين يعمل كحفَّاز يزيد من سرعة تفاعل بيوكيماوي لكنه لا يغير اتجاه التفاعل أو طبيعته .

* Restriction enzyme إنزيم التحديد: بروتين يتعرف على تتابعات نوتيدية قصيرة معينة ويقطع الـDNA عندها .

* Primer بادئ: سلسلة بولينوتيدية قصيرة يمكن أن يضاف إليها ديوكسي ريبونوتيدات عن طريق DNA polymerase .

* Polymorphism بوليمورفية (تعدد المظهر): هو وجود نوعين أو أكثر من الأشكال الظاهرية المختلفة وراثيًا في نفس المجتمع الذي يحدث به تزاوج داخلي .

* Chromosomal recombination تأشيب كروموسومي: تبادل مقاطع كروموسومية (عن طريق الكسر والوصل) بين كروموسومين رفيقين أثناء التضاعف، وهو ما يسمى أيضًا بالعبور .

* Alu آلو: طاقم بالجينوم البشري مكون من ٥٠٠ ألف من تتابعات وراثية وثيقة القرابة يبلغ طول كل منها نحو ٣٠٠ زوج من القواعد. توجد تتابعات آلو منتشرة انتشارًا واسعًا في كل الكروموسومات البشرية الستة والأربعين .

* Sequence تتابع : ترتيب النوتيدات في حامض نووي أو ترتيب الأحماض الأمينية في بروتين .

* DNA synthesis (تخليق الـDNA): الوصل الكيماوي للنوتيدات لصناعة جزئ DNA اصطناعي .

* DNA diagnosis (تشخيصات الـDNA): حشد تقنيات مختلفة من أجل تحديد هوية التباينات المرتبطة بالأمراض في الجينات أو الكروموسومات. تضم هذه التقنيات استخدام التكامل الجزيئي بين مسبر وDNA معين لمعرفة ما بينهما من توافقات ولا توافقات .

* Autoradiography التصوير الإشعاعي الذاتي: تقنية لإنتاج صورة مرئية لتوزيع شظايا الـDNA التي تفصل حسب أطوالها عن طريق التفريد الكهربائي. توسم كل جديلة بواسم مشع يرصد على فيلم الأشعة السينية، وتكون النتيجة سلسلة من الشرائط تبين الأحجام المختلفة للشظايا وتسمح بمقارنة عينة من الـDNA بأخرى .

* Gene regulation تنظيم الجين: تفاعلات الـDNA والبروتين في الجين، والتي تحدد أسلوب التعبير الزمني والمكاني بجانب سعة التعبير .

* Cellular hybridization تهجين خلوي: اندماج خليتين من كائنين مختلفين في خلية واحدة تجمع بين كروموسوماتهما .

* Antibody جسم مضاد: بروتين دفاعي كبير يصنعه الجهاز المناعي يبطل عمل الممرضات في الجسم أو يزيلها .

* Chromosome كروموسوم: الحامل الكيماوي للمادة الوراثية من جيل إلى جيل.

* Gene جين: الوحدة الفيزيقية والوظيفية الأساسية للوراثة. الجين تتابع مرتب من النوتيدات يوجد في موقع معين على كروموسوم معين. يشفر كل جين لمنتج وظيفي محدد، جزئ بروتين أو جزئ RNA مثلًا .

* Genome الجينوم: كل المادة الوراثية في كروموسومات كائن معين. يعبر عن حجم الجينوم عمومًا بالعدد الكلي من أزواج القواعد .

* Carrier حامل: فرد يحمل صورة مرضية من جين (أليل) وصورة سوية منه .

* Amino acid حمض أميني: واحد من طائفة من عشرين جزيئًا تنتظم في سلاسل خيطية لتشكل البروتينات في الكائنات الحية .

* Transgenic animal حيوان عبر وراثي: حيوان تحمل خلاياه مادة وراثية

مأخوذة من حيوان آخر .

* Genetic mapping خرطنة وراثية : تحديد المواقع النسبية للجينات على جزئ الـDNA (الكروموسوم أو البلازميد) وتحديد البعد بينها في وحدات ارتباط أو وحدات فيزيقية .

* Linkage map خريطة ارتباط : خريطة وراثية ترسم بتحليل أنماط ارتباط الجينات والواسمات على الكروموسومات .

* Physical map خريطة فيزيقية : تجميع متراكب من شظايا الـDNA يغطي منطقة كروموسومية معينة . من الأنماط الشائعة للخريطة الفيزيقية نمط يتألف من شظايا DNA تحتويها كوزميدات .

* Cosmid map خريطة كوزميد : خريطة فيزيقية تتضمن مجموعة من البكتيريا بها كوزميدات تحمل شظايا الـDNA المطلوب دراستها .

* Probe مسبر : جزئ وحيد الجديلة من الـDNA أو RNA لتتابع معروف معلم بالنظائر المشعة أو مناعيًا . تستخدم المسابر في كشف تتابعات قواعد مكملة عن طريق التهجين .

* Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) الرفليب (تباين طول شظايا التحديد) : التباين بين الأفراد في حجم شظايا الـDNA التي تقطعها إنزيمات تحديد معينة ، تستخدم التباينات البوليمورفية التي تنتج عنها الرفليبات كواسمات على الخرائط الفيزيقية وخرائط الارتباط الوراثي . تنتج الرفليبات عادة عن طفرة في موقع قطع .

* Centimorgan سنتيمورجان : وحدة قياس تكرار التأشيب . السنتيمورجان يعادل فرصة قدرها ١٪ في أن ينفصل موقع وراثي عن واسم آخر بسبب تأشيب في جيل واحد . والسنتيمورجان في البشر يعادل في المتوسط مليون زوج من القواعد .

* Chromosomal band شريط كروموسومي : جزء ضيق من الكروموسوم يقتمه التفاعل مع صبغة . يعطي كل كروموسوم نموذجًا متفردًا من الشرائط يمكن به تحديد هويته .

* Mutation طفرة : أي تغيير في تتابع الـDNA يمكن نسخه .

* Cytogenetics علم الوراثة الخلوية: دراسة التباين الوراثي من خلال فحص الاختلافات في بنية الكروموسومات .

* Chromosomal address عنوان كروموسومي: موقع يميزه تتابع من الـDNA (أطول من ١٦ زوجًا من القواعد) توجد منه نسخة واحدة في الجينوم .

* Cloning كلونة: عملية تنتج بها من خلية واحدة وبطريقة غير جنسية مجموعة من الخلايا (كلونات) متطابقة وراثيًا .

* Kilobase (Kb) كيلو قاعدة: وحدة قياس أطوال شظايا الـDNA على الخرائط الفيزيقية (المسافة التي يغطيها ألف زوج من القواعد) .

* Genetic library مكتبة وراثية: مجموعة غير مرتبة من كلونات DNA كائن ما .

* Locus موقع: مكان جين أو غيره من الواسمات الكروموسومية على الكروموسوم، وهو أيضًا تتابع الـDNA في ذلك المكان. البعض يقصر استخدام الكلمة على مناطق الـExons .

* Sequence tagged site موقع التتابع ذو العلامة: تتابع من DNA قصير (يحدده من الناحيتين بادئان) يحدد هوية جين مخرطن أو غيره من المناطق الكروموسومية. يشكل ترتيب وتباعد هذه التتابعات خريطة التتابع ذي العلامة .

* Megabase ميجا قاعدة: مليون زوج من القواعد .

* Vector ناقل: الوسيلة التي يستخدمها الباحثون في نقل جينات جديدة إلى الخلايا .

* Marker واسم: موقع فيزيقي يمكن تحديده على الكروموسوم ويمكن مراقبة توريثه. قد تكون الواسمات مناطق مشفرة من الـDNA (جينات)، أو تتابعًا من القواعد يمكن تحديد هويته بإنزيمات التحديد، أو DNA بلا وظيفة تشفير معروفة .

* DNA fingerprint (بصمة الـDNA): هي تتابعات عشوائية من الـDNA تعطي صورة متفردة لكل فرد .

المحتويات

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي

salamalhelali@yahoo.com

https://www.facebook.com/salam.alhelali

https://www.researchgate.net/profile/Salam_Alhelali?ev=hdr_xprf

07807137614

